This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Pädagogische Monographien

herausgegeben von Dr. E. Meumann

III. Band

Experimentelle und kritische Beiträge zur Frage nach den sekundären Wirkungen des Unterrichts insbesondere auf die Empfänglichkeit des Schülers

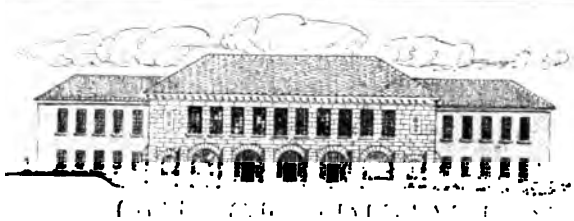
von

Dr. Walter Baade.

OTTO NEMNICH
VERLAG
LEIPZIG

370.6
P126
v.3

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY



Pädagogische Monographien

herausgegeben von Dr. E. Meumann,
o. Professor der Philosophie u. Pädagogik in Königsberg i./Pr.

III. Band.

Experimentelle und kritische Beiträge zur Frage nach den sekundären Wirkungen des Unterrichts insbesondere auf die Empfänglichkeit des Schülers

von

Dr. Walter Baade.

STANFORD LIBRARY

OTTO NEMNICH VERLAG
LEIPZIG.
1907.

178371

STANFORD LIBRARY

Inhalt.

Seite

Einleitung.

§ 1. Primäre und sekundäre Unterrichtswirkungen 1
§ 2. Die Empfänglichkeit des Schülers und ihre Messung 3
§ 3. Über Entstehung und Inhalt der vorliegenden Beiträge 5

Experimenteller Teil.

Abschnitt I. Methodik.

§ 4. Die Lebensweise der Versuchspersonen und ihre Behandlung 7
§ 5. Methodik der Agentien 11
§ 6. Allgemeines über die Reagenzversuche 17
§ 7. Die Rechenmethode 19
§ 8. Die Methode zur Messung der Auffassungsfähigkeit 28
§ 9. Die Konstellationen und ihre Vergleichung 36
§ 10. Beschreibung der einzelnen Versuchsreihen 42

Abschnitt II. Besprechung der Unterrichts- und Ruhekurven

§ 11. Die Vormittagskurven der Rechengeschwindigkeit. I. Ruhekurven . . 46
§ 12. Die Vormittagskurven der Rechengeschwindigkeit. II. Unterrichtskurven 48
§ 13. Die Nachmittagskurven der Rechengeschwindigkeit 58
§ 14. Die Vormittagskurven der Auffassungsfähigkeit 61
§ 15. Die Kurven der Rechengeschwindigkeit von 8^h Vormittags bis 4^h Nachmittags 64
§ 16. Zusammenfassung 67

Abschnitt III. Einige anderweitige Resultate.

§ 17. Die internen Schwankungen des Index 67
§ 18. Das Übungsmaß 69
§ 19. Die absoluten Werte der Indices 80

Kritischer Teil.

§ 20. Angaben über die einschlägige Literatur 83
§ 21. Übersicht über die näher zu besprechenden Versuchsreihen 89
§ 22. Gesichtspunkte zur Beurteilung der einschlägigen Versuchsreihen . . 98
§ 23. Zusammenstellung der Versuchsreihen mit gleichen oder verwandten Reagenzmethoden 112
§ 24. Abschluß der Kritik 121
Nachtrag zu den Literaturlisten des § 20 123

Die im folgenden häufig gebrauchte Abkürzung „Ps. A." bedeutet „Psychologische Arbeiten, herausgegeben von Kraepelin".

Einleitung.

§ 1. Primäre und sekundäre Unterrichts-Wirkungen.

Der Zweck des Unterrichts besteht darin, den Schüler in einer bestimmten Weise zu beeinflussen. Die dazu angewandten Maßregeln sind aber im allgemeinen nicht so beschaffen, daß sie lediglich die gewünschten Wirkungen hervorbringen; und so kann man die Wirkungen des Unterrichts einteilen in solche, welche dem Unterrichtszwecke entsprechen, und in solche, welche lediglich als Nebenwirkungen der benutzten pädagogischen Maßnahmen auftreten. Erstere mögen die primären, letztere die sekundären Wirkungen des Unterrichts heißen. Während nun seit Jahrhunderten schon in der pädagogischen Methodik eine Lehre von den primären Wirkungen des Unterrichts angestrebt wird, hat man die sekundären bis vor kurzem gänzlich unbeachtet gelassen. Der Grund dafür lag einerseits darin, daß im Vordergrunde des pädagogischen Interesses natürlich durchaus die primären Wirkungen stehen; andererseits sind aber auch die sekundären Wirkungen vermöge ihrer Disparatheit, ihrer geringen Stärke und geringen Stabilität im allgemeinen wenig geeignet, die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken, geschweige denn ein Studium lohnend erscheinen zu lassen. Wenn man heute aber doch dazu gekommen ist, die sekundären Wirkungen zu beachten, so gebührt das Verdienst daran der Schulhygiene, welche gezeigt hat, daß manche der sekundären Wirkungen von nachhaltigerem und einschneidenderem Einfluß auf den Organismus sind als die meisten primären Wirkungen, und daß man also die sekundären Wirkungen jedenfalls nicht unbeachtet lassen darf. Es soll hier indessen auf die speziell hygienische Bedeutung der sekundären Wirkungen nicht sofort eingegangen werden. Vielmehr reicht ihre praktische Bedeutung noch in viel weitere Kreise, und wir wollen versuchen, uns die hier vorliegenden Möglichkeiten sofort in möglichster Allgemeinheit vor Augen zu führen. Wir fragen also nach der pädagogischen Bedeutung der sekundären Wirkungen des Unterrichts, und da die Erhaltung der Gesundheit schlechterdings mit zu den Zielen

des Unterrichts gehört, so ist die hygienische Bedeutung in diese Betrachtung mit eingeschlossen.

Da in der Pädagogik alles Interesse auf die Erzielung primärer Wirkungen gerichtet ist, so können die sekundären Wirkungen auf dreifache Weise Bedeutung erlangen. Erstens können die sekundären Wirkungen so beschaffen sein, daß sie Gegenstand eines pädagogischen Zieles werden können, mit anderen Worten, daß man sie zu primären Wirkungen erheben kann; zweitens können die sekundären Wirkungen die Entstehung der primären Wirkungen fördern oder hemmen; drittens können die sekundären Wirkungen, ganz abgesehen davon, ob einer der beiden ersten Fälle vorliegt, dadurch von Einfluß sein, daß sie überhaupt auftreten, daß also auf ihre Erzeugung eine gewisse Kraft vergeudet wird.

Dem ersten Fall entsprechen Erscheinungen wie die „Übung des Gedächtnisses", die „Erziehung zum logischen Denken" und noch viele von dem, was man unter dem Namen der formalen Bildung zu verstehen pflegt.

Man könnte von pädagogischer Seite einwenden, daß eben diese Erscheinungen durchaus primäre Wirkungen seien, weil von den meisten Pädagogen die formalen Unterrichtsziele als die hauptsächlichen angesehen würden. Darauf ist folgendes zu erwidern. Ursprünglich kannte man nur die materialen Ziele. Wenn man später dazu gekommen ist, die formalen Ziele nicht nur einzuführen, sondern auch den materialen voranzustellen, so geschah dies einerseits aus theoretischen Rücksichten, andererseits, weil man ganz im allgemeinen „formal bildende" Wirkungen auch beobachtet hatte. Eine Präzisierung und empirische Erforschung der letzteren ist aber bis heute so wenig erfolgt,[1]) daß für viele kaum die Existenz erwiesen ist, geschweige denn, daß man ein methodisches Verfahren für ihre Gewinnung angeben könnte. Hand in Hand damit geht, daß der praktisch gehandhabte Unterrichtsbetrieb durchaus auf die materialen Ziele ausgeht, wofür zum Beweise nur an die Prüfungen erinnert sein soll. Solange also diese formalen Wirkungen nicht eine Methodik besitzen und eine anerkannte Berücksichtigung im Unterricht erfahren, wird man sie mit Recht als sekundäre Wirkungen betrachten.

Was den zweiten Fall betrifft, so kommt hier alles in Betracht, was auf die „Empfänglichkeit" des Schülers von Einfluß ist (nähere darüber siehe S. 3 ff.); ferner gehören hierher auch die hygienischen Fragen, weil die Erhaltung der Gesundheit mit zu den Zielen des Unterrichts gehört. (NB. Es ist mir wohl bewußt, daß man die Hygiene von einem bestimmten Gesichtspunkte aus dem ersten Falle unterordnen kann. Doch soll diese Frage hier unerörtert bleiben.)

Was den dritten Fall betrifft, so erinnere ich z. B. an die Fragen, welche unter dem Titel „Ökonomie des Lernens" behandelt werden, und welche ein Maximum an Nutzeffekt der aufgewandten Kraft (mithin ein

---

1) Ein Anfang dazu findet sich bei Ebert und Meumann, Arch. f. d. ges. Psych. 4. 1

Minimum von Nebenwirkungen) bezwecken. Ich lasse die Frage offen, wie weit dieses Kapitel in die pädagogische Methodik gehört.

Das Vorstehende wird genügen, um den Leser von den sekundären Wirkungen und ihrer praktischen Bedeutung im allgemeinen zu unterrichten. Einer Disziplin, welche diese Fragen behandelt, wird der Rang einer Hilfswissenschaft zur pädagogischen Methodik gebühren, und man wird ihr den Namen Ökonomik des Unterrichts geben (eventl. auch, wenn man die Hygiene als das z. Zt. aktuellste Gebiet im Namen zur Geltung bringen will: Ökonomik und Hygiene des Unterrichts). Man wird die Bedeutung der Ökonomik noch richtiger zu würdigen wissen, wenn man sich erinnert, daß das eben auseinandergesetzte Verhältnis zwischen primären und sekundären Wirkungen und das daraus folgende zwischen Methodik und Ökonomik auch außerhalb der Pädagogik stattfindet. Denn überall da, wo ein Organismus oder ein Mechanismus auf die Erreichung eines Zweckes hinarbeitet — also in der gesamten Technik im breitesten Sinne des Wortes —, überall da treten auch Nebenwirkungen auf. Sie beruhen ganz allgemein darauf, daß die Maßnahmen der Methodik nirgends ganz genau nur auf die primären Wirkungen eingerichtet sein können, und fordern mehr oder weniger dringend eine Behandlung durch die Ökonomik. Ein besonderes Interesse besitzt von allen diesen Anwendungsgebieten der Ökonomik hier dasjenige, welches man als „Ökonomik der geistigen Arbeit" bezeichnen kann, und welches also übergeordneter Begriff für unseren Spezialfall ist. Man hat nämlich Grund, anzunehmen, daß jede längere Zeit fortgesetzte geistige Tätigkeit auf den Organismus Wirkungen ausübt, welche innerhalb weiter Grenzen unabhängig sind von der speziellen Art der Tätigkeit. Infolgedessen könnten Erfahrungen aus unserem Spezialgebiete auch in jenem weitere Bedeutung erlangen, und umgekehrt. Man wird also gut tun, die Verwandtschaft zwischen beiden im Auge zu behalten.

Die vorstehenden allgemeinen Erörterungen sind absichtlich in dieser Ausführlichkeit gegeben. Sie betonen die praktische Bedeutung und die allgemeinen Zusammenhänge der hier zu behandelnden Fragen, während diese selbst der Natur der Sache gemäß im Wesentlichen mit methodologischen Details zu tun haben und ihre Resultate mehr vorbereitender Natur und zunächst ohne praktische Verwendbarkeit sind.

§ 2. Die Empfänglichkeit des Schülers und ihre Messung.

Das Zustandekommen der primären Unterrichtswirkungen und damit die Wirksamkeit oder der Erfolg des Unterrichts hängt außer von den pädagogischen und didaktischen Maßnahmen von der Art ab, wie sich der Schüler dem Unterrichte gegenüber verhält. Wir wollen die Gesamt-

heit aller der Eigenschaften des Schülers, welche auf den Erfolg des Unterrichts von Einfluss sind, als die Empfänglichkeit des Schülers bezeichnen. Die Empfänglichkeit des Schülers unter einer bestimmten Konstellation ist charakterisiert durch die Gesamtheit aller empirischen Daten, welche die Erfolge des unter dieser Konstellation erteilten Unterrichts dokumentieren. Bedient man sich des allgemeinen Ausdrucks „Index“ für ein empirisches Datum, so wird man hier von Empfänglichkeits-Indices reden können. Ein Empfänglichkeitsindex ist dann z. B. die mittlere Stärke einer Assoziationsschar, welche unter der betreffenden Konstellation nach einem bestimmten Verfahren eingeprägt wurde. Die Anzahl der Empfänglichkeitsindices ist eine beträchtliche und ein Produkt aus der Anzahl der Unterrichtsziele und der Anzahl der Methoden, durch die man jedes einzelne erreichen kann. Überall da, wo man bei Aufstellung von Lehrplänen und Stundenplänen, Festsetzung der Pausenlänge u. a. m. auf die Empfänglichkeit des Schülers Rücksicht nehmen will, wird man sich um die Kenntnis dieser Indices bemühen müssen.

Schon die Bestimmung eines einzelnen Empfänglichkeitsindex ist wegen der Kompliziertheit der in Betracht kommenden Verhältnisse im allgemeinen mit großen methodischen Schwierigkeiten verbunden; ich verweise auf das in § 22 über die Handhabung der Reagenzmethode durch den Versuchsleiter und durch die Versuchspersonen Gesagte. Die Bestimmung aller Empfänglichkeitsindices würde wegen ihrer großen Anzahl ein umständliches und an derselben Versuchsperson gar nicht durchzuführendes Unternehmen sein.

Im Gegensatz zu der Schwierigkeit einer direkten Bestimmung der Empfänglichkeitsindices gewährt ein anderes Verfahren günstige Aussichten, welches ich als die indirekte Bestimmung der Empfänglichkeit bezeichnen möchte. Die Empfänglichkeitsindices hängen nämlich sowohl unter einander als auch mit anderen Indices vielfach in der Weise zusammen, daß eine gewisse Veränderung eines derselben stets auch von einer bestimmten Veränderung eines anderen begleitet wird. Dies geht zur Genüge hervor schon aus den anatomischen und physiologischen Zusammenhängen der körperlichen Organe, welche für den Ausfall der Indices maßgebend sind. Würde man nun für eine passend gewählte Schar von Indices einen derartigen Zusammenhang kennen, so wäre man imstande, durch Messung eines einzigen Index (gleichgültig ob dieser selbst direkt ein Empfänglichkeitsindex ist oder nicht) diese ganze Schar zu bestimmen; und durch öftere Anwendung dieses Verfahrens könnte man zum mindesten einen großen Teil aller Empfänglichkeitsindices auf solche indirekte Weise bestimmen.

Außer der weit geringeren Anzahl von Indices hätte man dabei noch den Vorteil, dass man aus einer zusammenhängenden Schar von Indices sich stets denjenigen aussuchen kann, welcher am bequemsten zu messen ist. Durch das indirekte Verfahren ist die Bestimmung der Empfänglichkeit erst in den Kreis der praktischen Möglichkeiten gerückt. Es ist aber wohl zu bedenken, daß die Erleichterung des Verfahrens die Kenntnis jener Zusammenhänge voraussetzt, und daß die Erforschung jener Zusammenhänge eine Aufgabe mit eigenen Schwierigkeiten ist.

Die seinerzeit großes Aufsehen erregenden „Ermüdungsmessungen an Schülern" waren ein erster Schritt auf dem Wege zur indirekten Bestimmung der Empfänglichkeit: man nahm dabei an, daß die Empfänglichkeit in hohem Grade von der Ermüdung abhänge, und daß die Ermüdung durch einen einfach zu bestimmenden Index meßbar sei.

§ 3. Über Entstehung und Inhalt der vorliegenden Beiträge.

Die „Ermüdungsmessungen" gaben auch den Anstoß zu dieser Arbeit. Der Verfasser gewann aber im Verlaufe seiner Untersuchungen die Überzeugung, daß das Interesse, welches man den Ermüdungsmessungen in pädagogischen Kreisen entgegengebracht hat, nicht der Ermüdung, sondern der Empfänglichkeit galt (abgesehen von speziell hygienischen Fragen). Ferner stellte es sich heraus, daß die Messung der Ermüdung bis jetzt weder als notwendiges noch als hinreichendes Mittel der Empfänglichkeits-Untersuchung nachgewiesen ist. Der Verfasser ließ darum alle speziell auf die Ermüdung bezüglichen Fragen fallen und verlegte den Schwerpunkt seiner Untersuchungen ganz auf die Empfänglichkeit. Hinsichtlich des Agens, das betreffs seines Einflusses auf die Empfänglichkeit zu untersuchen war, blieb er dem Programm der Ermüdungsmessungen treu, weil in der Tat der von diesen hauptsächlich benutzte Schulunterricht der wichtigste und sozusagen aktuellste von den in Betracht kommenden Faktoren ist.

Unter der Fülle der zu bearbeitenden Spezialaufgaben mußte ich mich für den Rahmen dieser Arbeit auf die folgenden beiden beschränken:

1) Als wichtigste Aufgabe erschien mir die Ausführung eigener Versuche, um die Schwierigkeiten und die Fehlerquellen derartiger Untersuchungen aus eigener Erfahrung kennen zu lernen. Die Wahl der Indices bestimmte sich dabei nach Rücksichten, welche in der neueren Entwicklung der psychischen Zustandsmessung begründet sind, und die ich hier nicht näher erörtern will. Daß sie, obwohl selbst keine Empfänglichkeitsindices, doch zu diesen in Beziehung stehen, ergibt sich aus

dem in § 2 Gesagten. Über die Agentien siehe Näheres in § 5. Der Umfang der Versuche war durch äußere Umstände begrenzt.

2) Auf Grund der bei meinen Versuchen gesammelten Erfahrungen unterzog ich die einschlägige Literatur einer kritischen Bearbeitung. Diese Aufgabe erschien mir notwendig, um den in der öffentlichen Meinung vielfach verbreiteten Urteilen über Wert oder Unwert dieser Literatur entgegenzutreten, und um das für die weitere Bearbeitung brauchbare empirische Material festzustellen. Die Schwierigkeit dabei war, zwischen dem Aufstellen allgemeiner kritischer Gesichtspunkte und dem Fällen von Urteilen über einzelne Versuchsreihen die rechte Mitte zu halten.

Mit der Ausführung dieser beiden Aufgaben muß ich mich vorläufig begnügen. Die nächste wichtige Aufgabe würde in einer eingehenden Untersuchung des Zusammenhanges der Empfänglichkeitsindices untereinander und mit andern Indices bestehen, wobei ein noch weit umfangreicheres Material und die einschlägigen Hypothesen zu berücksichtigen wären.

Ich ergreife an dieser Stelle die Gelegenheit, aller derjenigen zu gedenken, welche mich bei der Abfassung dieser Arbeit unterstützt haben.

Herrn Prof. Dr. G. E. Müller-Göttingen sowie Herrn Dr. N. Ach-Marburg verdanke ich die Anregung zu der Arbeit sowie häufige Unterstützung.

Die Direktion und das Lehrer-Kollegium eines Lehrer-Seminars haben in freundlichem Entgegenkommen die Vornahme der Versuche gestattet.

Schüler dieser Anstalt nahmen die mit manchen Unbequemlichkeiten verbundenen Versuchsreihen auf sich und unterstützten die Versuche auch in anderer Weise.

Herr Prof. Dr. Burgerstein-Wien und Herr Dr. Bellei-Bologna unterstützten mich durch Auskünfte.

Ihnen allen sei auch an dieser Stelle mein wärmster Dank ausgesprochen.

Experimenteller Teil.

Abschnitt 1. Methodik.

§ 4. Die Lebensweise der Versuchspersonen und ihre Behandlung.

Die Versuche fanden statt an einem Schullehrer-Seminar. Es standen mir dort zwei Klassen von Versuchspersonen zur Verfügung:

1) Seminaristen, d. h. junge Leute von 17—20 Jahren, welche den Unterricht der Anstalt genießen, um nach erfolgter Abgangsprüfung Volksschullehrer zu werden,

2) Zöglinge der Übungsschule (kurz „Übungsschüler" genannt), d. h. derjenigen Anstalt, an welcher die Seminaristen unter Aufsicht ihrer Lehrer ihre ersten Versuche im Unterrichten machen.

Was zunächst die Seminaristen betrifft, so wohnt der größte Teil derselben, zu dem auch meine Versuchspersonen gehören, im Internat. Ihre Zeiteinteilung ist durch die Hausordnung der Anstalt geregelt, von der ich im Folgenden einiges mitteile[1]):

a) für Wochentage:

5^h Glockenzeichen zum Aufstehen; 5^h 30 erstes Frühstück; 5^h 45 gemeinsame Andacht; 6^h—12^h Unterrichts- resp. Arbeitsstunden: nach jeder „Stunde" (= 50′) eine Pause von 10 Min., um 9^h eine solche von 20 Min., während welcher das zweite Frühstück eingenommen wird; 12^h Mittagessen, dann Freizeit; 2^h—6^h Unterrichts- resp. Arbeitsstunden; nach jeder Stunde eine Pause von 10 Min., um 4^h eine solche von 20 Min., während welcher das „Vesperbrot" eingenommen wird; 6^h—7^h Freizeit; 7^h Abendessen, dann Freizeit; 7^h 30—9^h 20 Arbeitszeit; 9^h 30 gemeinsame Andacht; 9^h 45 Schließung der Schlafsäle. Mittwoch und Sonnabend unterscheiden sich von den übrigen Wochentagen durch folgende Nachmittagseinteilung: 2^h—4^h Arbeitszeit; 4^h—7^h Freizeit.

1) Das Mitgeteilte gilt nur für die beiden Sommerhalbjahre, während deren ich experimentierte.

nur dann gerecht werden könnten, wenn sie ohne irgendwelche vorgefaßte Meinung in jedem Falle die vorgelegte Arbeit nach besten Kräften zu verrichten suchten. Die Veröffentlichung der Resultate wurde für den Fall des Gelingens in Aussicht gestellt.

ad 3. Der Befolgung von Vorschriften kann man nur dann sicher sein, wenn entweder der Charakter der Personen eine genügende Garantie bietet, oder wenn man eine ständige Kontrolle ausübt. Bei den Übungsschülern konnte nur das letztere in Frage kommen, und da man die Befolgung von Vorschriften über die Lebensweise und über das Verhalten in den unterrichtfreien Stunden nicht hätte kontrollieren können, so unterblieben sie ganz; an den Normaltagen aber, wo gewisse Vorschriften unerläßlich waren, wurde ihre Befolgung durch den ständig anwesenden Versuchsleiter überwacht.

Bei den Seminaristen wurden die Vorschriften auf das Minimum eingeschränkt und so eingerichtet, daß ihre Befolgung möglichst wenig Unbequemlichkeiten mit sich brachte. Jede einzelne wurde als unbedingt notwendig hingestellt; es wurde darauf hingewiesen, daß eine Verletzung der Vorschriften ohne Mitteilung an den Experimentator einen Vertrauensbruch bedeuten würde, und endlich zugesichert, daß die Mitteilung einer Verletzung keine üblen Folgen haben würde. Es sei an dieser Stelle bemerkt, daß der Verfasser nicht Lehrer ist.

ad 4. Zwei Ursachen verändern den psychischen status des Schülers in der Versuchszeit gegenüber dem normalen Schulleben. Die erste ist vorübergehender Natur und besteht in dem Gefühl des Ungewohnten und einer gewissen Erregung, welche begreiflicherweise den Schüler überkommt, wenn er zum erstenmal in seinem Leben als Versuchsperson dient. Ihre Wirkungen schaltet man dadurch aus, daß man genügend viel Vorversuche anstellt und die Reihen selbst solange fortsetzt, daß der neue Zustand dem Schüler vollständig vertraut wird, und daß er die Versuche als mit zum täglichen Leben gehörig betrachtet. Die zweite Ursache ist eine dauernde und besteht darin, daß die Zeit und die Arbeitskraft, welche den Versuchen gewidmet werden, dem Schultage entzogen werden müssen, wodurch dessen Physiognomie etwas verändert wird. Da an einem Versuchstage 5 bis 8 Versuche zu je 5′ Dauer auf 4 bis 6 Stunden Unterricht kamen, so ist dieser Faktor immerhin nicht ganz zu vernachlässigen.

Um diese Veränderungen auf ein Minimum herabzusetzen, wurden folgende Maßnahmen ergriffen.

Der erste Versuch jedes Tages fand bei den Seminaristen während der [illegible]tlichen Andacht statt; es wurde also weder die Zeit für das [illegible]nd Frühstücken noch auch der Unterricht verkürzt.

Bei den Übungsschülern wurden die Versuchspersonen aufgefordert, einige Minuten vor Schulanfang zu erscheinen, und es gelang auch meist, den Versuch vor Beginn des Unterrichts zu eröffnen. Absichtlich wurde nicht auf strenge Innehaltung der Anfangszeit gedrungen, um dadurch nicht übertriebene Hast, also eine neue Komplikation, zu erzeugen.

Die übrigen Versuche fanden stets am Schlusse einer Unterrichtsstunde statt und zwar wurde die Zeit dazu dem Unterrichte entzogen [1]), weil eine Verkürzung der Pause eine erhebliche Beeinträchtigung der Erholungszeit bedeutet haben würde, während die gewählte Anordnung an der Gesamtbelastung des Schultages mit Arbeit wenig ändert, welches auch das Verhältnis der Arbeit im Unterricht zu der bei den Versuchen geleisteten sein mag.

Damit durch den vorzeitigen Aufbruch aus der Unterrichtsstunde die Aufmerksamkeit während des Unterrichts nicht beeinträchtigt würde, und gleichzeitig, damit ein Versäumen des Zeitpunktes unmöglich sei, wurden die Versuchspersonen jedesmal an den Aufbruch erinnert, zum Teil durch den Versuchsleiter, zum Teil durch eine andere Person.

§ 5. Methodik der Agentien.

I. „Unterrichtskurven" und „Ruhekurven".

„Unterricht" bezeichnet im engsten Sinne nur diejenigen pädagogischen und didaktischen Maßnahmen, welche direkt auf die Gewinnung der Unterrichtsziele ausgehen. Bei der praktischen Anwendung dieser Maßnahmen ist aber die Mitwirkung einer Reihe anderer Faktoren unvermeidlich, und man kann mit „Unterricht" im weitesten Sinne auch die Gesamtheit aller Faktoren meinen, welche während einer mit pädagogischen Einwirkungen ausgefüllten Zeitspanne den Schüler beeinflussen. Der letztere Faktoren-Komplex ist in der Praxis unmittelbar gegeben; und so liegt der natürliche Ausgangspunkt unserer Untersuchungen in der Beobachtung des Index während einer mit praktischem Unterricht ausgefüllten Zeitspanne; man erhält dabei sogenannte Unterrichtskurven.

Ein genaues Studium verlangt natürlich eine Differenzierung der in diesem Komplex enthaltenen Faktoren, und als ersten Schritt auf diesem Wege habe ich zu jeder Unterrichtskurve die ihr korrespondierende „Ruhekurve" bestimmt, welche also den Verlauf des Index während des gleichen mit „Ruhe" ausgefüllten Zeitraums angibt. „Ruhe" bedeutet ein Verhalten der Versuchsperson, bei welchem diese ein Minimum von geistiger und körperlicher Tätigkeit und von Gemütsbewegungen zu er-

1) Die einzige Ausnahme s. § 10, Reihe 1.

reichen sucht; in welcher Weise sie sich dabei verhält, ist unter III (S. 16) besprochen. Die Ruhekurve hat mit der Unterrichtskurve alle diejenigen Agentien gemeinsam, welche durch das Vorrücken der Tageszeit und den Zustand des Wachseins an sich bedingt sind; sie enthält aber auch Faktoren, welche der Unterrichtskurve fremd sind (s. unten).

II. Die Unterrichtstage.

1) Der als Agens dienende Unterricht wurde nicht etwa in einer den Versuchszwecken besonders angepaßten Form erteilt, sondern so benutzt, wie er in der Praxis vorgefunden wird; und die Maßnahmen des Experimentators hatten nur darauf abzuzielen, daß durch die Versuche der gewöhnliche Verlauf des Schultages möglichst wenig geändert wurde (vgl. S. 10). Nur in einem Falle erwies sich ein direkter Eingriff als wünschenswert. Wie man aus den auf S. 13 u. 14 mitgeteilten Stundenplänen sieht, sind die Vormittage — und auf deren Untersuchung beschränkte ich mich im Wesentlichen — nicht vollständig mit Unterricht besetzt, sondern es finden sich zuweilen unterrichtsfreie Stunden. Da das Verhalten der Versuchsperson während dieser Zeit nicht gleichgültig ist, so erschien es wünschenswert, darüber etwas zu bestimmen. Bei den Übungsschülern freilich mußte aus den auf S. 10 entwickelten Gründen auf die Erteilung irgend welcher Vorschriften verzichtet werden; doch gestaltete sich ihr Verhalten von selbst gleichmäßig, indem sie fast immer in der Nähe des Schulhauses ihren Spielen nachgingen. Die Seminaristen wurden dahin instruiert, während dieser Stunden eine möglichst gleichmäßige Beschäftigung vorzunehmen, die ein bestimmtes Ziel verfolgen sollte; Unterhaltungslektüre und Musikübungen sollten ausgeschlossen sein; nach jeder Stunde dieser Art wurde die Beschäftigung während derselben zu Protokoll genommen.

2) Ich gebe im folgenden die Stundenpläne der Klassen, denen meine Versuchspersonen angehörten.

III. Seminarklasse. Sommer 1903.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend
6—7	Rechnen	Rechnen	Religion	Religion	Rechnen	Deutsch
7—8	Französisch	Pädagogik	Französisch	Pädagogik	—	Geographie
8—9	Deutsch	Harmoniel.	Geschichte	Deutsch	Raumlehre	Pädagogik
9—10	Religion	Zeichnen	Geographie	Naturkunde	Deutsch	—
10—11	Naturkunde	Zeichnen	Raumlehre	—	Geschichte	Geigen
11—12	—	Orgelspielen	Naturkunde	Gesang	Geographie	—
2—3	—	—	—	—	—	—
3—4	—	—	—	Deutsch	Naturkunde	—
4—5	Turnen	—	—	Gartenbau	—	—
5—6	—	Turnen	—	Turnen	Chorgesang	—

1. Übungsschulklasse. Sommer 1903.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend
8—9	Religion	Deutsch	Geographie	Religion	Religion	Religion
9—10	Deutsch	Religion	Deutsch	Geschichte	Deutsch	Rechnen
10—11	Geschichte	Rechnen	Schreiben	Rechnen	Geographie	Deutsch
11—12	Naturkunde	Raumlehre	Turnen	Deutsch	Raumlehre	Turnen
2—3	Singen	Zeichnen	—	Deutsch	Naturkunde	—
3—4	Rechnen	Naturkunde	—	Singen	Zeichnen	—

II. Seminarklasse. Sommer 1904.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend
6—7	Französisch	Pädagogik	Mathematik	Pädagogik	Mathematik	Pädagogik
7—8	Mathematik	Geschichte	Französisch	Religion	Deutsch	Religion
8—9	Deutsch	Zeichnen	Naturkunde	Geschichte	Naturkunde	Naturkunde
9—10	Turnen	Zeichnen	Erdkunde	Turnen	Turnen	Erdkunde
10—11	Religion	Deutsch	Deutsch	Naturkunde	Religion	Deutsch
11—12	—	Mathematik	—	Mathematik	Orgelspielen	Singen
2—3	Geigen	Harmoniel.	—	Geigen	—	—
3—4	—	Gartenbau	—	—	—	—
4—5	—	—	—	Chorgesang	—	—

3. Übungsschulklasse. Sommer 1903.

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend
8—9	Religion	Deutsch	Geographie	Religion	Religion	Deutsch
9—10	Deutsch	Religion	Deutsch	Geschichte	Deutsch	Rechnen
10—11	Geschichte	Rechnen	Schreiben	Rechnen	Geographie	Schreiben
11—12	Naturkunde	—	Turnen	Deutsch	—	Turnen
2—3	Singen	Zeichnen	—	Deutsch	Naturkunde	—
3—4	Rechnen	Deutsch	—	Singen	Zeichnen	—

3) Über die innere Natur des Unterrichts sollen folgende Mitteilungen belehren.

(I.) Seminar.

Die Frequenz betrug zur Zeit der Versuche in der III. Klasse 30, in der II. Klasse 32 Schüler; das Alter der Schüler betrug in der III. Klasse 17—18 Jahre, in der II. Klasse ein halbes Jahr mehr. (Die Schüler der II. Klasse sind im Ganzen dieselben wie die der III. Klasse, nur inzwischen ein halbes Jahr älter geworden.) Die Verteilung der Unterrichtsfächer an die einzelnen Lehrer war die folgende: in der III. Klasse: A. Pädagogik und Französisch, B. Geschichte und Religion; C. Deutsch und Naturwissenschaft; D. Musik; E. Mathematik, Geographie und Zeichnen; F. Turnen und Landwirtschaft (Gartenbau); in der II. Klasse: A. Pädagogik; B. Geschichte und Religion; C. Deutsch; D. Musik; E. Geographie und Zeichnen; G. Naturwissenschaft, Turnen und Gartenbau; H. Französisch und Mathematik. Das Alter der einzelnen Lehrer betrug (abgerundet): A: 55 J., B: 36 J., C: 56 J., D: 56 J.; E.: 30, F: 31 J., G: 30 J., H: 35 J.

(II.) Übungsschule.

Die Übungsschule umfaßt 8 „Abteilungen", welche dem 6. bis 14. Lebensjahre entsprechen, und welche je zu zwei in eine Klasse vereinigt sind. Die 1. Klasse bestand zur Zeit der Versuche aus 20, die 3. Klasse aus 32 Schülern (Knaben und Mädchen gemeinsam). Der Unterricht entspricht nach Methode und Lehrplänen dem der Volksschule. Er wird erteilt von Seminaristen (zur Zeit der Versuche von denen der II. Klasse im Alter von 18—19 Jahren), deren jeder wöchentlich 4—6 Stunden gibt, auf die er sich schriftlich vorzubereiten hat. Ein Seminarlehrer führt während der Stunden die Aufsicht. Der Umstand, daß die Seminaristen streng nach den einheitlichen Vorschriften unterrichten und wenig individuelle Eigenart entwickeln können, sowie daß der einzelne Seminarist an einem Tage im Durchschnitt nur eine Stunde gibt, bedingen hier einen hohen Grad von Gleichmäßigkeit des Unterrichts.

Die durch Lehrfächer und Lehrer bedingte ungleiche Beeinflussung zu den verschiedenen Zeiten desselben Tages macht sich für die Durchschnittswerte der Resultate deshalb viel weniger geltend, weil im allgemeinen dabei die verschiedenen Stundenpläne der 6 Wochentage zur Geltung kommen. Ich weise ferner darauf hin, daß die Resultate meiner Versuchsreihen, bei denen die Stundenpläne von 4 verschiedenen Klassen benutzt wurden, einen hohen Grad von Übereinstimmung zeigen. Die Wirkung der verschiedenen Arten von Unterrichtsstunden zu unterscheiden, war an der Hand meiner Versuchsreihen nicht möglich, da die zu vergleichenden Stunden im allgemeinen nicht auf gleiche Tageszeiten fielen (s. § 22, II 1 c.). Auf diesem Wege ist also für eine Ausgleichung der Verschiedenheiten kein Anhaltspunkt zu gewinnen.

4. Über die äußeren Bedingungen des Unterrichts ist Folgendes mitzuteilen. Die Größenverhältnisse und die Beleuchtung der Klassenzimmer entsprachen den üblichen Anforderungen. Die Lüftung ließ, da die Versuche im Sommerhalbjahr stattfanden, nichts zu wünschen übrig. Befahrene Straßen, geräuschvolle Betriebe und dergl. befanden sich nicht in der Nähe der Anstalt. Direkter Bestrahlung durch die Sonne während der Versuchszeit waren die Seminarklassen nicht ausgesetzt, von den Übungsschulklassen die 3. nur während des Vormittags, die 1. nur während des Nachmittags. Die Witterung hielt sich mit Ausnahme einer in die Versuchsreihen 1. 4 u. 5 fallenden mehrtägigen Hitzeperiode stets in den normalen Grenzen. Nur einmal (Reihe 1 u. 5) mußte der Nachmittagsunterricht der Hitze wegen ausfallen.

III. Die Ruhetage.

Hier konnte sich der Experimentator nicht wie bei den Unterrichtstagen passiv verhalten und einfach die gegebenen Verhältnisse benutzen, sondern es mußte das Verhalten der Versuchspersonen systematisch so geregelt werden, daß sie während des Ruhetages (also während einer Zeit von 2—6 Stunden möglichst frei von nachhaltigen Einflüssen irgend welcher Art blieben. Insbesondere war darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Versuchspersonen in der betreffenden Zeit weder eine ernsthafte Beschäftigung vornehmen noch sich dem Gefühl des Nichtstuns und der Ungebundenheit hingeben konnten, also der Langeweile sowohl wie der Ungeduld ausgesetzt waren. Eine gewisse Hülfe gewährte es hierbei, daß bei jeder Versuchsreihe mehrere Versuchspersonen beteiligt waren, sodaß sie sich miteinander beschäftigen konnten. Entsprechend dem schon in § 4 öfter betonten Unterschiede zwischen Seminaristen und Übungsschülern wurde auch hier für jede der beiden Gruppen ein anderer Weg eingeschlagen, indem bei den Erwachsenen entsprechend ihrem größeren Verständnis für die Aufgabe genauere und auch auf das innere Verhalten abzielende Vorschriften gegeben werden konnten, während bei den Kindern nur Regelung des äußeren Verhaltens unter Vermeidung jedes Zwanges angestrebt wurde.

(1) Seminaristen. Ich erteilte bei den ersten Ruheversuchen (Reihe 1, Sonntag den 30. August und Sonntag den 6. September) die Instruktion, jede körperliche und geistige Anstrengung zu vermeiden und sich durch leichte Beschäftigung vor Langeweile zu schützen. (Längeres schnelles Gehen wurde als körperliche Anstrengung betrachtet.) Die Versuchspersonen erhielten Bücher und Gesellschaftsspiele zur Verfügung gestellt und hatten nach jedem Versuch anzugeben, wie sie die vorhergehende Stunde zugebracht hatten. Im weiteren Verlauf der Versuche (Reihe 1, 11.—16. Sept.; Reihe 2, Sonntag d. 27. Sept.; Reihe 5,

14.—16. Sept.) wurde die Instruktion dahin präzisiert, daß von der Zwischenzeit mindestens die ersten 15 Min. im Freien und mindestens die letzten 10 Min. im Zimmer verbracht werden müßten, sodaß den Versuchspersonen nicht ganz $^1/_2$ Stunde zur eignen Verfügung blieb. Ich halte diese Kombination für ein gutes Mittel, um erstens der Gesamtdisposition des Ruhetages den Vorteil des öfteren Aufenthalts in frischer Luft zukommen zu lassen, zweitens Nachwirkungen des Gehens, wie sie Bettmann[1]) beobachtet hat, zu verhüten, drittens die Versuchspersonen doch nicht zu sehr durch Vorschriften einzuengen. Indessen wurden bei den letzten Ruheversuchen (Reihe 3) die Bedingungen insofern noch gleichartiger gestaltet, als regelmäßig die ersten 20—30 Min. im Freien und die übrige Zeit im Zimmer verbracht wurden; auch hielten sich die Versuchspersonen hier nicht auf den Arbeitsstuben, sondern in einem Nebenraume des Versuchszimmers auf, sodaß auch die Einflüsse des Zusammenseins mit andern Schülern ausgeschaltet waren.

Eine besondere Stellung nehmen die beiden Sonntage der Reihe 5 ein; sie wurden mit einer zusammenhängenden schriftlichen Arbeit ausgefüllt (unter Kontrole des Versuchsleiters). Es geschah dies, um zu untersuchen, ob die Kurven dieser Tage sich mehr den Ruhetagen oder den Unterrichtstagen annähern würden; doch unterblieben weitere Versuche in dieser Richtung, weil alle verfügbaren freien Tage zu Ruheversuchen benutzt werden mußten.

(II) Übungsschüler. Die Ruhetage wurden hier in der Weise gestaltet, daß einer der als Versuchsleiter fungierenden Seminaristen während des ganzen Vormittags bezw. Nachmittags bei den Kindern blieb und sie nach denselben Prinzipien, die bei den erwachsenen Versuchspersonen zur Anwendung kamen, mit Lektüre und Spielen zu beschäftigen hatte. Eine so gleichmäßige und strenge Zeiteinteilung wie bei den Erwachsenen konnte hier freilich nicht durchgeführt werden; auch wurde gelegentlich einem Kinde gestattet, eine Viertelstunde zur Anfertigung einer leichten Schularbeit zu verwenden.

IV. Die Veränderung des Agens durch die Reagenzversuche.

Die hierher gehörigen Mitteilungen sind bereits auf S. 10f. gegeben.

§ 6. Allgemeines über die Reagenzversuche.

Ich bezeichne die Versuche, welche zur Prüfung der Versuchsperson auf etwa vorgegangene Veränderungen dienen, als Reagenzversuche (frühere Bezeichnungen: Stichproben, Prüfungsversuche). Der Sprachgebrauch rechtfertigt sich durch die Beziehung auf das im Gegensatz

1) Ps. A. 1. 152.

dazu stehende „Agens“ und die ähnliche Redeweise in der chemischen Analyse. Die Methode, welche beim Reagenzversuch benutzt wird, heißt Reagenzmethode oder Reagens. Das Resultat, welches sie liefert, ist der Index, die Veränderung des Indexwertes von einer Konstellation zur andern heißt sein Ausschlag. Über den Unterschied zwischen rohem und absolutem Ausschlag siehe S. 37. Über die Interpretation des Ausschlages und die Analyse der den Index bestimmenden Prozesse, s. S. 25, Anmerkung.

Die Methodik der Reagenzversuche zerfällt in die der Messung und die der Vergleichung, wobei die Methodik der Messung den einzelnen Reagenzversuch im Auge hat, während die Methodik der Vergleichung die Beziehungen der Reagenzversuche unter einander behandelt.

Es wird in diesem und den beiden folgenden Paragraphen zunächst die Methodik der Messung behandelt. Da ich zwei verschiedene Reagentien benutzte, so muß natürlich jedes getrennt beschrieben werden; und es ist hier nur über diejenigen Einzelheiten zu berichten, welche von der Natur der Reagenzmethode unabhängig sind. Ich schließe sie an eine Darstellung des äußeren Verlaufs eines Reagenzversuches an.

Wie S. 11 berichtet, wurden die Versuchspersonen an den vorzeitigen Aufbruch aus der Unterrichtsstunde erinnert. Der Weg ins Versuchszimmer (½′ bis 1′) wurde schweigend und schnell, doch ohne Hast, zurückgelegt. Die Übungsschüler wurden dabei durch den Versuchsleiter begleitet. Bei ihrem Erscheinen im Versuchszimmer fanden die Versuchspersonen dort alle Vorbereitungen zum Versuch bis ins kleinste getroffen (das Kymographion aufgezogen, die Bleistifte geschärft, die Rechenhefte aufgeschlagen und glatt gestrichen u. s. w.). Der Versuchsleiter war, soweit er nicht die Versuchspersonen zu begleiten hatte, stets vor ihnen im Zimmer. Der Versuch begann, sobald alle Versuchspersonen ihre Plätze eingenommen hatten. Mitteilungen, Fragen, Instruktionen (außer den auf den Versuch selbst bezüglichen) wurden stets erst nach dem Versuche an die Versuchspersonen gerichtet. Insbesondere waren bei Reihe 4 die Versuchsleiter darauf aufmerksam gemacht worden, während des Versuchs oder kurz vorher die Kinder niemals zu strafen. Fremde Personen durften bei dem Versuch nicht zugegen sein, auch keiner der unbeteiligten Lehrer. Alle Störungen durch Geräusche in den Nebenräumen, unvermuteten Eintritt anderer Personen u. s. w. waren auf das sorgfältigste verhindert. Im Versuchsprotokoll wurden vermerkt: alle Störungen (auch geringfügige), wichtige Gespräche zwischen Versuchsleiter und Versuchsperson, Witterungsverhältnisse (z. T. auch der Thermometerstand) u. a. m.

§ 7. Die Rechenmethode.

Die von mir benutzte Methode ist die des „zifferweisen Addierens einstelliger Zahlen mit Niederschreiben der Resultate", wie sie Vogt[1]) nennt; sie wurde zuerst von Amberg[2]) benutzt und besteht darin, daß man in einer vorgedruckten Reihe von einstelligen Zahlen die Summe je zweier benachbarten bildet und das Resultat an entsprechender Stelle neben den beiden Summmanden niederschreibt. Von den Resultaten wurden bei Reihe 2 und 3 nur die Einer hingeschrieben, eine Maßregel, die schon Amberg angewendet hat, und die dazu dient, die Beteiligung motorischer Elemente am Rechenprozeß so gering wie möglich zu machen. Bei den anderen Reihen unterblieb sie jedoch; bei Reihe 4, weil man fürchtete, daß die als Versuchspersonen dienenden Schulkinder auch nach längerer Einübung bisweilen von ihr abweichen könnten; bei Reihe 5, weil irrtümlicher Weise von ihr eine Verlängerung der Gewöhnungseinflüsse befürchtet wurde.

Die Instruktion, welche vor jedem Versuche wiederholt wurde, lautete bei den Erwachsenen: „Rechnen Sie so schnell als möglich" und bei den Kindern: „Rechnet so schnell als möglich und richtig!"

Zum Rechnen dienten die von Oehrn[3]) beschriebenen Rechenhefte, wie sie von der Universitätsbuchdruckerei in Heidelberg geliefert werden. Zum Schreiben wurden Bleistifte benutzt, deren Härtegrade die Versuchspersonen sich selbst wählten; sie wurden vor jedem Versuche geprüft und, wenn nötig, frisch geschärft; ein Reservebleistift lag stets bereit.

Das Licht war mit Ausnahme einiger 6^h-Versuche im September (Reihe 2) Tageslicht; in den Ausnahmefällen wurden vorzüglich brennende Petroleumlampen benutzt. Tisch und Sitzgelegenheit waren den Größenverhältnissen der Versuchspersonen angemessen. Zu Anfang eines Versuchs wurde stets am Kopf einer Ziffer-Kolumne begonnen; diese wurde durch einen Buntstiftstrich am Rande des Heftes markiert, sodaß die Versuchspersonen nicht danach zu suchen brauchten; dagegen blieben die Zahlen selbst bis zum Beginn des Versuchs mit der Hand oder einem Blatt Papier bedeckt, sodaß ein vorzeitiges Ausrechnen der ersten Resultate ausgeschlossen war. Der Versuchsleiter wartete, bis alle Versuchspersonen den Bleistift in der Hand hatten und völlig bereit waren, verlas alsdann die Instruktion und kommandierte: „Also jetzt!" Auf „jetzt" wurden die ersten Aufgaben aufgedeckt und das Rechnen begann.

1) Ps. A. 3. 80.
2) Ps. A. 1. 300.
3) Ps. A. 1. 101 f.

Der Versuch war beendigt, wenn entweder die festgesetzte Menge der Aufgaben (50 Additionen) gerechnet oder die festgesetzte Zeit (5 resp. 6 Min.) abgelaufen war; im letzteren Falle kommandierte der Versuchsleiter „Halt", worauf alle Versuchspersonen den Bleistift niederlegen mußten. Die Zeitmessung geschah in Reihe 2, 3 und 5 mit Hilfe einer Fünftelsekundenuhr, welche der Versuchsleiter gleichzeitig mit dem Kommando „Jetzt" in Bewegung setzte; nur bei Reihe 4 bedienten sich die Versuchsleiter ihrer Taschenuhren, deren Stand im Moment des Kommandos abgelesen und aufgeschrieben wurde.

Da die Handhabung der Methode bei den einzelnen Reihen etwas verschieden ist, so soll im Folgenden jede einzelne Variation besprochen werden.

Rechenmethode a (Reihe 5) ist die primitivste Form. Eine Fraktionierung in kleinere Zeitabschnitte wie bei den anderen Modifikationen der Rechenmethode fand nicht statt. Hinsichtlich der durch das Umblättern der Rechenhefte entstehenden Störung wurde nur die Vorsicht gebraucht, daß der Versuch niemals mit einer Kolumne beginnen durfte, welche die letzte vor dem Umblättern war, damit nicht der Antrieb (s. § 17) durch das Umblättern gestört würde. Die Dauer des Versuchs betrug 5 Minuten.

Rechenmethode b (Reihe 4) unterscheidet sich von a nur durch Registrierung der einzelnen Minutenleistungen. Der Versuchsleiter kommandierte am Ende jeder Minute „Strich", worauf die Versuchsperson unter die zuletzt hingeschriebene Zahl einen Strich machte. Eine Signaluhr würde genauere Resultate geben, müßte aber nach Art der Fünftelsekundenuhr („stop watch") auf das Anfangssignal einstellbar sein, weil es nicht angängig ist, die Versuchspersonen (bis zu 60") auf das Anfangssignal warten zu lassen. Die Dauer des Versuchs betrug 5, an einigen Tagen 6 Min. (§ 10, Reihe 3 u. 4).

Rechenmethode c (Reihe 2). Der Fortschritt dieser Methode besteht darin, daß sie das Umblättern in den Heften während des Versuchs vermeidet, wodurch die mittlere Variation nicht nur der Tageskurve, sondern auch der internen Schwankungen (s. § 17) verringert wird. Sie erreicht dies, indem sie stets mit der ersten Kolumne einer Seite beginnen läßt und gleichzeitig nicht die Arbeitszeit, sondern das Arbeitsquantum (350 Additionen) vorschreibt. (350 Additionen füllen eine Seite in den Rechenheften, und beanspruchten im Anfang 5, zuletzt nur noch 3 Minuten.) Wir werden bei Betrachtung der Resultate sehen, daß diese Maßregel einen unbeabsichtigten Erfolg mit sich führte, indem die Arbeitsweise der Versuchspersonen eine andere wurde (§ 12). Die Methode wurde aus diesem Grunde wieder aufgegeben. Ich hebe betreffs der-

selben noch hervor, daß mit der Begrenzung des Arbeitsquantums die Registrierung nach Zeiteinheiten (Minuten) fortfallen mußte; an ihre Stelle trat die nach Arbeitseinheiten. Es wurden nunmehr die Zeiten notiert, welche die Versuchsperson zu 1 Kolumne (35 Add.) brauchte. Zu diesem Zwecke las der Versuchsleiter jedesmal in dem Momente die Fünftelsekundenuhr ab, in welchem die Versuchsperson am unteren Ende einer Kolumne den Bleistift absetzte, um den Kopf der nächsten Kolumne aufzusuchen. Bei dieser Methode der Zeitmessung erhält man für die erste Kolumne die Rechenzeit, vermehrt um die Zeit, welche durch das Aufdecken der ersten Aufgaben verloren geht, für die übrigen Kolumnen die Rechenzeit vermehrt um die Zeit, welche das Aufsuchen des Kopfes der nächsten Kolumne erfordert. Die letzte Latenzzeit ist von Voss[1]) gemessen worden und beträgt 0,6″; die erste beträgt nach meinen Schätzungen etwas weniger. Jedenfalls fällt der durch die Differenz der beiden Latenzzeiten verursachte Fehler nicht ins Gewicht gegenüber den in § 17 zu besprechenden Differenzen der wirklichen Rechenzeiten. Die eben besprochene Fraktionierung ist genauer als die der Methode b und liefert auch eine größere Anzahl von Teilen. Dafür stellt sie größere Anforderungen an den Versuchsleiter und erfordert für je 2 Versuchspersonen einen Beobachter.

Rechenmethode d (Reihe 3) sucht die Vorteile der Methoden a und c zu vereinigen. Es wurde die Arbeitszeit bestimmt, sodaß die Arbeitsweise der Versuchspersonen nicht alteriert wurde. Das Umblättern wurde dadurch vermieden, daß stets mit der ersten Kolumne einer Doppelseite begonnen und die Versuchsdauer so bemessen wurde, daß auf keinen Fall mehr als 700 Additionen während des Versuchs geleistet werden konnten (6 Min. im Anfang, vom 5. Versuchstage an 5 Min.). Die Fraktionierung geschah wie bei Methode c; doch möchte ich für spätere Versuche empfehlen, daneben auch noch die Fraktionierung nach Zeiteinheiten beizubehalten.

Das Verfahren, dessen vier Modifikationen eben besprochen worden sind, liefert als Rohergebnis eine Anzahl von Zahlzeichen, welche sich (als Resultate) auf die neben ihnen stehenden Additionsaufgaben beziehen. Um diese weiter verwerten zu können, muß man sie zuerst zuordnen, d. h. feststellen, zu welcher Aufgabe das einzelne Zahlzeichen gehört, sodann entziffern, d. h. feststellen, welche Zahl das betreffende Zeichen vorstellt. Bei der Zuordnung wird man als Grundprinzip einfach die fortlaufende Zuordnung benutzen, d. h. der ersten Aufgabe

1) Ps. A. 2. 402.

das erste Zahlzeichen zuordnen, der zweiten das zweite u. s. f. Hierbei treten indessen gewisse Schwierigkeiten auf, welche auf folgenden fünf Ursachen beruhen.

1. Überspringungen. Die Versuchsperson überspringt bisweilen eine Aufgabe, rechnet sie also entweder garnicht aus oder schreibt doch wenigstens die Lösung nicht nieder.

2. Wiederholungen. Die Versuchsperson rechnet bisweilen dieselbe Aufgabe zweimal aus oder schreibt doch wenigstens das Resultat zweimal hintereinander nieder.

3. Falsche Plazierung der Lösung. Die Versuchsperson schreibt bisweilen die Lösung einer Aufgabe nicht an die ihr zukommende Stelle, sondern entweder darüber oder darunter; ersteres ist natürlich nur da möglich, wo die Lösung der vorhergehenden Aufgabe entweder ganz fehlt oder auch schon am unrechten Orte steht.

4. Rechenfehler.

5. Undeutliche Zahlzeichen (s. S. 24).

Von den unter 1 bis 5 aufgezählten Phänomenen können natürlich mehrere zusammentreffen, und auf solche Weise entstehen dann Konstellationen von Zahlzeichen, denen gegenüber das Prinzip der fortlaufenden Zuordnung unzureichend ist. Folgende Fälle sind zu beobachten.

a) Lücken. Es findet sich zuweilen neben einer Aufgabe überhaupt kein Zahlzeichen. Im einfachsten Falle wird dies auf einem Überspringen der betreffenden Aufgabe beruhen; ich habe aber auch Fälle beobachtet, in denen die eine Aufgabe übersprungen und an die auf solche Weise freigebliebene Stelle das Resultat der nächstfolgenden Aufgabe geschrieben worden war, sodaß es den Anschein hatte, als ob diese letztere Aufgabe übersprungen worden sei. Wegen der Möglichkeit eines Rechenfehlers und der Undeutlichkeit der Zahlzeichen kann man im allgemeinen nur vermuten, wie eine Lücke zustande gekommen ist.

b) Überzählige Zahlzeichen. Man findet bisweilen ein Zahlzeichen derartig zwischen die Lösungen zweier aufeinander folgenden Aufgaben geschrieben, daß man aus der Stellung jedenfalls nicht ersehen kann, zu welcher Aufgabe es gehört. Hier liegt natürlich eine Wiederholung vor, nur kann man ähnlich wie bei den Lücken nicht sicher entscheiden, welche Aufgabe zweimal gelöst worden ist.

c) Man findet zuweilen zwei aufeinanderfolgende gleiche Zahlzeichen, von denen das eine die richtige Lösung der neben ihm dastehenden Aufgabe darstellt, das andere aber nicht die richtige Lösung der neben ihm stehenden Aufgabe. Um ein Beispiel zu geben, so stehe neben der Aufgabe $3 + 6$ eine 9 und neben der unmittelbar folgenden Aufgabe $6 + 8$ gleichfalls eine 9. Diese Konstellation von Zahlzeichen läßt sich einer-

seits so erklären, daß die Aufgabe 3 + 6 richtig und die Aufgabe 6 + 8 fälschlich mit der 9 gelöst worden ist, wobei dahingestellt bleibt, wie weit bei dem letzteren Vorgang die Perseveration der soeben reproduzierten Vorstellung „9" eine Rolle gespielt hat; man kann aber andererseits auch annehmen, daß die Aufgabe 3 + 6 zweimal gelöst worden ist und die zweite Lösung in Ermangelung eines anderen Raumes neben die 6 + 8 geschrieben wurde, und daß dann weiter die Aufgabe 6 + 8 übersprungen wurde, weil sie infolge des neben ihr stehenden Zahlzeichens den Eindruck einer bereits gelösten Aufgabe erweckte.

Das Auftreten der unter a bis c beschriebenen Konstellationen von Zahlzeichen erschwert hauptsächlich die Feststellung der Art und Weise, wie die Notierungen der einzelnen Zahlzeichen zustande gekommen sind; eine solche Feststellung ist indessen auch schon durch die undeutlichen Zahlzeichen, wie weiter unten besprochen werden wird, so erschwert, daß ich ganz davon absehen mußte, die Verwendung der Versuchsresultate von irgendwelchen besonderen Deutungen betr. des Zustandekommens solcher irregulärer Fälle abhängig zu machen. Diese Schwierigkeit braucht also hier nicht näher besprochen zu werden. Was den Einfluß des hier erwähnten Mißstandes auf die Feststellung der Menge der gerechneten Aufgaben betrifft, so ist glücklicherweise bei allen Versuchspersonen außer W. die Häufigkeit der unter a bis c besprochenen Fälle eine sehr geringe (etwa ein Fall auf 10000 Additionen). Ich habe mich hier also nur im allgemeinen über den Tatbestand unterrichtet und von dem Auftreten eines einzelnen Falles dann keine Notiz mehr genommen. Die Menge der ausgeführten Rechnungen bestimmte ich in der auf S. 25 angegebenen Weise, d. h. unter der Voraussetzung, daß die Menge der bei einem Versuch gerechneten Aufgaben gleich der Menge der niedergeschriebenen Zahlzeichen ist und diese wiederum gleich derjenigen Menge von Aufgaben, welche von der zuerst und der zuletzt in Angriff genommenen Aufgabe begrenzt wird. Anders steht es mit W; bei diesem neunjährigen, geistig schwach entwickelten Knaben traten Lücken, überzählige Zahlzeichen und insbesondere der Fall c so häufig auf, daß bei jedem Versuch eine genaue Auszählung vorgenommen werden mußte (vergl. S. 22).

W zeigt noch eine andere Anomalie. Er hat während der ersten Versuchswoche die Gewohnheit, die letzte Zahl jeder Kolumne und bisweilen auch die erste Zahl einer Kolumne einfach abzuschreiben. Man kann sich dieses Verhalten (das leider zu spät bemerkt wurde, um abgestellt zu werden) vielleicht in folgender Weise erklären: W pflegt die Resultate der Rechenaufgaben nicht zwischen beiden Summanden sondern neben dem ersten zu notieren; infolgedessen bleibt die letzte Zahl der Kolumne gewissermaßen übrig und der Knabe verfällt in dem Bedürfnis, auch neben diese Zahl etwas zu schrei-

ben, auf den Ausweg, sie einfach abzuschreiben; durch eine Art Perseveranz mag es dies dann zweilen noch auf die erste Zahl der folgenden Kolumne übertragen.

Die Entzifferung der Zahlzeichen bot ganz unerwartete Schwierigkeiten. Da nämlich der Schüler gar nicht daran gewöhnt ist, schnell und doch scharf leserlich zu schreiben, so erfuhr die Schrift meiner Versuchspersonen unter dem Zwange des hastigen Schreibens eine ganz außerordentliche Verschlechterung. Die Hauptsymptome dieser Verschlechterung bestehen in einer Verwilderung aller Zahlzeichen und in einer Verwischung der Unterschiede ähnlicher Zahlzeichen. Die Verwilderung führt zu höchst monströsen Bildungen und macht das Nachprüfen der Resultate zeitraubend und qualvoll, verhindert aber die Entzifferung verhältnismäßig selten. Dagegen macht die Angleichung ähnlicher Zahlzeichen die Kontrole der Resultate auf ihre Richtigkeit schlechterdings illusorisch. Denn da jede Versuchsperson mindestens ein Paar (bisweilen auch 2 oder 3) solcher Zahlzeichen besitzt, welche von einander kaum zu unterscheiden sind, da ferner die Zahl der unsicheren Deutungen die der sicher festzustellenden Rechenfehler übersteigt, da endlich in einigen Fällen die habituelle Angleichung von Zahlzeichen mit habituellen Rechenfehlern zusammenfällt (z. B.: 5 und 7 sind kaum zu unterscheiden und gleichzeitig wird sehr häufig $7+8=17$ gerechnet), so kann man für die Häufigkeit der Rechenfehler eine brauchbare Grenze weder nach oben noch nach unten aufstellen.

Die Verschlechterung der Schrift ist natürlich um so schlimmer, je jünger die Versuchsperson ist; doch finden sich auch bei den älteren besonders zahlreiche Angleichungen. Am freisten von Schriftdefekten ist die Versuchsperson E (Reihe 3), welche in Reihe 1 als Protokollführer gedient und dabei sich daran gewöhnt hatte, 450 Zahlen in 300″ leserlich zu schreiben. Dieser Umstand beweist, daß die Schriftverschlechterung nicht auf den zu hohen Anforderungen beruht (denn es wurden nur in ganz vereinzelten Fällen über 450 Aufgaben in 5′ gelöst), und daß man durch systematische Übung im Schnellschreiben jene Übelstände künftig vermeiden könnte.

Ich finde bei keinem der Autoren, welche diese oder eine ähnliche Rechenmethode benutzt haben, Mitteilungen über die Zuordnung und Entzifferung der Resultate. Für die Entzifferung mag dies darauf beruhen, daß Schüler bisher noch keine langen Versuchsreihen mit der Rechenmethode geliefert haben, sodaß sich keine Verschlechterung der Schrift entwickeln konnte, und daß die Versuchspersonen, welche Kraepelin [illegible]ine Schüler benutzten, im Schnellschreiben geübt waren. Dage[illegible] Schwierigkeiten der Zuordnung bisher offenbar unter-
sch[illegible]

Als Index[1]) diente in erster Linie die Rechengeschwindigkeit. Sie wird bei den Methoden a, b und d durch die in gleichen Zeiten ausgeführten Mengen von Additionen charakterisiert, bei der Methode c durch die auf gleiche Mengen von Additionen verwandten Zeiten. Es versteht sich von selbst, daß durch den Namen „Rechengeschwindigkeit" nichts über die Erklärung der Ausschläge dieses Index ausgesagt sein soll. Entsprechend dem oben über die Zuordnung Gesagten ist die Menge der Additionen bei allen Versuchspersonen außer W ohne weiteres gleich der Menge der aufeinanderfolgenden Zahlzeichen zu setzen, also = $n.35+x$, wo n die Anzahl der vollständig berechneten Kolumnen ist und x die Menge der Zahlzeichen in der letzten unvollständig berechneten Kolumne. Bei W läßt sich die Frage aufwerfen, ob die Wiederholungen und die abgeschriebenen Anfangs- und Endzahlen der Kolumnen mitzuzählen sind; da jedoch die zweite Ausführung derselben Addition und auch das bloße Abschreiben Zeit kosten, so wäre es jedenfalls untunlich, diese Operationen gar nicht zu berücksichtigen. Es wurde also auch bei W die Menge der Zahlzeichen als ausschlaggebend betrachtet. Streng genommen müßte natürlich jede der abnormen Erscheinungen für sich betrachtet werden; da sie aber nur bei W auftreten und eine eingehende Untersuchung ihnen nicht gewidmet werden soll noch kann, so kam es nur darauf an, daß W's Index mit dem der übrigen Versuchspersonen so weit als möglich vergleichbar ist. Ich habe mich übrigens davon überzeugt, daß W's Resultate im wesentlichen dieselben bleiben, wenn man die Wiederholungen und die abgeschriebenen Zahlen nicht mitzählt

Zur Analyse der den Index bestimmenden Prozesse und zur Interpretation des Ausschlages[2]) sei Folgendes mitgeteilt. Der Wert des Index hängt ab 1) von der durchschnittlichen Geschwindigkeit des einzelnen Rechenprozesses, 2) von der Geschwindigkeit des Überganges von einem Prozeß zum andern. Die letzte scheint sehr groß und wenig variabel zu sein; wenigstens spricht die Selbstbeobachtung dafür. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des einzelnen Rechen-Prozesses hängt ab a) von der Auffassung der Aufgabe, b) von der Ausrechnung des Resultates, c) vom Niederschreiben des Resultates. Der erste Faktor hat bei der Erklärung des Ausschlages offenbar eine höchst geringe Rolle zu spielen. Der letzte, das Niederschreiben, hängt nicht nur von der Schreibgeschwindigkeit, sondern auch von der Größe der Zahlreichen, der Häufigkeit und schnellen Erledigung von Verbesse-

1) Vgl. S. 4.

2) Ich verstehe hierunter die Feststellung derjenigen psychologischen und physiologischen Veränderungen des Organismus, welche den Ausschlag des Index bedingen.

rungen u. s. w. ab. Der eigentliche Rechenprozeß besteht im einfachen Falle in einer Reproduktion des Resultats vermöge seiner Assoziation mit der Aufgabe, kann aber durch andere Prozesse (Erscheinen des Resultats auf der „number form", Zerlegen des einen Summanden und Ergänzen des andern zur Zehn [7+8 = 7+3+5]) begleitet und ersetzt werden. In den Hauptprozeß und nicht etwa zwischen zwei benachbarte Rechenprozesse fallen nach meinen Beobachtungen auch jene Momente der Verwirrung und der darauf folgenden Sammlung, welche von jedem kontinuierlichen Verfahren unzertrennlich zu sein scheinen. Die von v. Voß[1]) vorgenommene Bestimmung der einzelnen Additionszeiten bildet einen wichtigen Schritt auf dem Wege zur Erforschung der während des kontinuierlichen Rechnens sich abspielenden Prozesse. Es wird noch lange Zeit erfordern, ehe man entscheiden kann, auf welchen Veränderungen des Organismus der Ausschlag des in Rede stehenden Index beruht. Doch sei daran erinnert, daß der Index eine gewisse unmittelbar praktische Bedeutung besitzt.

Als zweiter Index wurde die Häufigkeit der Rechenfehler bestimmt. Wie schon oben anläßlich der Schriftdefekte bemerkt wurde, bereitete die Feststellung dieses Index unerwartete Sehwierigkeiten, und die Resultate sind so dürftig und mit solchen Fehlerquellen behaftet, daß ich vorläufig von einer numerischen Wiedergabe derselben absehe. Nur folgendes sei hier mitgeteilt, weil es zur Charakteristik der Methode dient.

1) Die durchschnittliche Anzahl der Rechenfehler hält sich bei den älteren Versuchspersonen durchweg auf den äußerst niedrigen Werten, die man bei diesem Verfahren stets gefunden hat. Auch bei den jüngeren hält sie sich unter 1 % mit alleiniger Ausnahme W's, der auch hier abnorm ist, bei dem aber eine sichere Feststellung wegen des auf S. 23 geschilderten Übelstandes nicht möglich ist.

2) Ein Einfluß der Konstellationen ist nur insofern beobachtet worden, als der erste Versuch an den Unterrichtstagen etwas niedrigere Fehlerzahlen aufweist als alle anderen Konstellationen.

Ich muß mich hier gegen eine Variation der Rechenmethode wenden, welche von v. Voß und Lindley eingeführt worden ist, und welche in der Ausführung der zifferweisen Addition ohne Niederschreiben der Resultate besteht. Man besitzt nämlich bei dieser Methode nicht die geringste Garantie dafür, daß alle Additionen einer Kolumne auch wirklich ausgeführt werden und nicht etwa der Rechenprozeß in vielen Fällen unvollendet abgebrochen, in vielen sogar nicht eingeleitet (d. h. die Addition ganz übersprungen) wird. Eine Garantie ist bei unserer Methode durch das Niederschreiben der Re-

1) Resultate unterliegen allerdings den sofort zu besprechenden

sultate gegeben; bei der fortschreitenden[1]) Addition (d. h. wenn die Summe aller untereinander stehenden Zahlen gebildet wird) ist man gegen das unvollständige Ausrechnen der Lösungen dadurch geschützt, daß die Versuchsperson jedes einzelne Resultat zur Bildung des folgenden braucht, und auch das Überspringen einer Addition scheint seltener vorzukommen, weil die Versuchsperson stets nur den einen Summanden dem Papier zu entnehmen braucht; eine gewisse Garantie mag auch noch v. Voß' Verfahren bieten, bei dem jedes Resultat durch einen Strich markiert wird; aber die von Lindley zuerst angewandte Variation der zifferweisen Addition, bei der auch noch diese Kontrole fortfällt, muß als durchaus mehrdeutig erscheinen, sobald die oben erwähnten beiden Möglichkeiten eine gewisse Wahrscheinlichkeit gewinnen. Dies geschieht nun aber durch folgende Tatsachen.

1. Wie wir oben S. 22 gesehen haben, kamen auch bei der zifferweisen Addition mit Niederschreiben der Resultate Überspringung, Wiederholung und falsche Plazierung der Resultate vor. Dies beweist, daß die Versuchsperson beim Vorwärtsschreiten in der Kolumne mit Schwierigkeiten hinsichtlich der Orientierung zu kämpfen hat, auch dann, wenn ihr in den niedergeschriebenen Resultaten das sicherste Orientierungsmittel zu Gebote steht. Muß sie nun aber auf jedes Orientierungsmittel verzichten, so ist sie jenen Irrtümern stark ausgesetzt, und bei der Hast des Verfahrens besonders der Möglichkeit des Überspringens einer Addition.

2. Beim Nachprüfen von vielen Tausenden von Rechenoperationen habe ich an mir selbst folgende Beobachtung gemacht. Solange ich die zu kontrolierenden Resultate mit niedergeschriebenen vergleiche, kann ich mich in hohem Grade darauf verlassen, daß mir keine Abweichung entgeht; sobald ich dagegen versuche, die auf dem Papier stehenden Zahlen mit im Kopfe ausgerechneten zu vergleichen, übersehe ich einen höheren Prozentsatz an Fehlern, als ich bei Ausrechnung auf dem Papier begehen würde. Dies ist offenbar nur so zu erklären, daß das im Kopf auszurechnende Resultat in vielen Fällen gar nicht zustande kommt, sondern schon im Entstehen durch die mit dem Auge aufgefaßte zu kontrolierende Zahl verdrängt wird. Daraus folgt, daß ein eingeleiteter Rechenprozeß unvollendet abgebrochen werden kann, ohne daß die Selbstbeobachtung etwas davon bemerkt, und daß man, um diese Möglichkeit auszuschließen, einer objektiven Kontrole bedarf.

Aus meinen Ausführungen, die sich noch durch Erfahrungen aus dem Gebiete der Erkennungsreaktionen bereichern ließen, geht hervor, daß die bei zifferweisem Addieren ohne Niederschreiben der Resultate gewonnenen Erfahrungen erst dann als eindeutig gelten könnten, wenn man für seine Versuchspersonen nachgewiesen hätte, daß bei ihnen die oben besprochenen Möglichkeiten gar nicht vorhanden sind; oder doch bei den zu vergleichenden Konstellationen gleich groß bleiben. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, daß ein solcher Nachweis nicht durch eine auf Selbstbeobachtung beruhende Versicherung der Versuchsperson erbracht werden kann; denn es versteht sich von selbst, daß jene Möglichkeiten gerade in solchen Zuständen der Aufmerksamkeit am größten sind, über welche die Selbstbeachtung nichts aussagen kann. Auch wird dieser Nachweis nicht dadurch überflüssig, daß Heümann genau denselben Verlauf der „Arbeitskurve" erhielt, ob er nun die Resultate niederschreiben, durch Striche markieren oder gar nicht registrieren ließ. Denn abgesehen davon, daß Heümann den Grad der Übereinstimmung nicht mitteilt, so ist die Irrelevanz des fraglichen Faktors damit doch erst für die eine Konstellationsdifferenz und noch nicht allgemein nachgewiesen.

---

1) Vogt, Ps. A. 3. 80.

Heümann (Ps. A. 4. 548), Lindley (Ps. A. 4. 485) und Rüdin (Ps. A. 4. 3) beziehen sich ausdrücklich zu der angegriffenen Methode. Hylan und Kraepelin (Ps. A. 4. 5) sagen nur, es sei das „oft erprobte zifferweise Addieren“ zur Anwendung gekommen; sie halten es also offenbar für völlig gleichgültig, ob die Resultate niedergeschrieben werden oder nicht. Weygandt (Ps. A. 2. 121 und 696) spricht von „fortlaufender Addition“; hier ist jedenfalls die „fortschreitende“ Addition in dem oben definierten Sinne gemeint.

§ 8. Die Methode zur Messung der Auffassungsfähigkeit.

Es handelt sich hier um die von Kraepelin und Cron[1]) zur Messung der Auffassungsfähigkeit benutzte Methode des fortlaufenden Lesens von Reizwörtern, welche mit Hülfe eines Kymographions an einem engen Spalt vorübergeführt werden. Doch bedurfte die Methode für die vorliegenden Zwecke einer Abänderung. Man erhält nämlich nur dann Ausschläge, wenn bei dem Lesen Fehler begangen werden. Das ist aber bei der ursprünglichen Methode nur dann der Fall, wenn entweder die Versuchsperson sehr wenig Übung hat, oder aber die Geschwindigkeit der Kymographiontrommel eine so große ist, daß ein Protokollieren der gelesenen Wörter kaum noch möglich ist. Außerdem hatte man mit dem Umstande zu rechnen, daß bei öfterer Lesung derselben Wortfolge diese sehr bald von der Versuchsperson auswendig gelernt werden würde. Beide Schwierigkeiten vermeidet eine Abänderung der Methode, welche ich Herrn Dr. Ach in Marburg verdanke. An Stelle der Wörter treten hier Gruppen von senkrechten Strichen, deren Anzahl angegeben werden muß. Verschiedene Vorversuche und Erwägungen ließen uns folgende Anordnung und Gestalt der Strichgruppen als die geeignetste benutzen: Die Breite der einzelnen Striche beträgt $^1/_2$ mm, die der Zwischenräume zwischen den Strichen desgleichen, sodaß eine Gruppe von 5 Strichen vom Vorderrande des ersten bis zum Hinterrande des letzten Striches 4,5 mm breit ist. Die Höhe der Striche wird bedingt durch die Höhe des Schraubenganges (= der Senkung der Trommel) am Kymographion. Da das bei den vorliegenden Untersuchungen benutzte Kymographion eine solche von $7^1/_2$ mm hatte, so wurde für die Höhe der Striche 4 mm gewählt. Zur Verwendung kamen Gruppen von 3, 4, 5, 6 und 7 Strichen, denn solche von 1 oder 2 Strichen hatten sich als zu leicht für die Auffassung, solche von 8 und mehr Strichen als zu schwer erwiesen. Ja, es dürfte sich für künftige Versuche sogar empfehlen, über 6 Striche nicht hinauszugehen. Die Strichgruppen ihrerseits sind wiederum zu je 5 in Komplexen vereinigt; innerhalb eines solchen Komplexes sind die einzelnen Strichgruppen durch

bstände von 7 mm voneinander getrennt. Die Strichgruppen-Komplexe nd von einander durch einen der Vokale a, e, i, o, u getrennt, sodaß eiderseits zwischen Buchstaben und Komplex 11 mm frei bleiben. Dies eschieht einerseits mit Rücksicht auf das Protokoll (s. S. 33), andrerseits mit Rücksicht auf die Versuchsperson. Es kommt nämlich besonders bei den ersten Versuchen oft vor, daß die Versuchsperson mehrere Strichgruppen hintereinander nicht zu zählen vermag und darüber in Verwirrung gerät; dann bietet ihr der größere Zwischenraum vor und hinter dem Buchstaben Zeit zur Sammlung, und das leichtere Erkennen des Buchstabens macht ihr von neuem Mut. Es wurden zu diesem Zwecke Vokale gewählt, weil sie bequem auszusprechen sind, doch hat sich gezeigt, daß sie sehr häufig falsch aufgefaßt wurden. Daß gerade 5 Gruppen zu einem Komplex vereinigt wurden, geschah, um eine gleichmäßige Verteilung der einzelnen Arten von Gruppen zu erzielen. Bei dieser wurde nach dem Prinzip verfahren, daß immer in zwei aufeinanderfolgenden Komplexen jede Art von Strichgruppen zweimal vertreten ist. Da sich nun 10 Elemente, unter denen 5 verschiedene Elemente je zweimal vertreten sind, $\frac{10!}{2!\,2!\,2!\,2!\,2!} = 113400$ mal permutieren lassen, so läßt sich eine Wiederholung derselben Reihenfolge auch bei großem Bedarf vermeiden. Leider ist jedoch bei Herstellung der Reihenfolge der Gruppen ein Versehen begangen worden, indem (unter 455 Strichgruppen) die Reihenfolge der 19. bis 22. Gruppe bei der 28. bis 30. Gruppe noch einmal auftritt. Eine schädliche Wirkung hiervon ist nicht beobachtet worden; die Versuchspersonen haben es nicht bemerkt. Endlich wurden noch folgende Vorsichtsmaßregeln beobachtet, welche eine besonders leichte Einprägung einzelner Teile der Reihenfolge verhüten sollen (diese war zu befürchten, weil bei allen Versuchen dieselbe Reihenfolge von Strichgruppen benutzt wurde): 1) zwei aufeinanderfolgende Komplexe dürfen nicht mit derselben Strichgruppe beginnen; 2) ein Komplex darf nicht mit derselben Strichgruppe beginnen, mit welcher der vorhergehende aufhört; 3) innerhalb eines Komplexes darf keine der folgenden Anordnungen vorkommen: 3, 4, 5 Striche; 4, 5, 6 Striche; 5, 6, 7 Striche; 7, 6, 5, 4 Striche; 6, 5, 4, 3 Striche. Leider ist gegen die zweite Regel zweimal verstoßen worden.

Die Trommel enthält 455 Strichgruppen in 95 Komplexen. Da die ersten fünf Gruppen nach einer gewissen Anzahl von Wiederholungen dem Gedächtnis der Versuchspersonen eingeprägt sein mußten, so wurden sie bei den Resultaten nicht mit berücksichtigt — doch ohne daß die Versuchspersonen etwas davon wußten. Übrigens sind auch in diesem Komplex noch bei hoher Übung Fehler begangen worden, und der zweite

unterscheidet sich in nichts von den übrigen, sodaß unsere Vorsichtsmaßregeln gegen das Einprägen der Reihenfolge von Erfolg begleitet gewesen sind. Ich gebe als Probe der Anordnung von den ersten Komplexen die Anzahlen der Striche und die trennenden Buchstaben an: 5, 6, 3, 3, 5; a; 7, 7, 4, 6, 4: o; 6, 4, 6, 5, 7; i; 4, 3, 3, 5, 7: u

Die Buchstaben und Strichgruppen wurden auf schmalem, weißen Grund gedruckt und in den angegebenen Abständen auf stumpfschwarzes Papier aufgeklebt. Auf diese Weise wird das Auge soviel als möglich geschont.

Die oben besprochene Reihenfolge von Strichgruppen nahm auf dem Kymographion-Zylinder (Umfang 50 cm) 15 Windungen in Anspruch. Die Rotation des Zylinders wurde durch Federkraft bewirkt. Die Stärke der Feder und die regulierenden Windflügel waren so gewählt, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit annähernd 20″ betrug. Die genaue Umdrehungsgeschwindigkeit variiert innerhalb desselben Versuches ein wenig bei den verschiedenen Schraubengängen und den verschiedenen Spannungen der Feder, die ja von Moment zu Moment an Kraft verliert, sodaß ein Vergleich zwischen zwei innerhalb eines Versuchs aufeinanderfolgenden Arbeitsstücken nicht möglich ist. (Die Umdrehungszeiten bei den verschiedenen Schraubengängen differieren etwa um 10% voneinander). Immerhin wurde die Vorsicht angewandt, die Feder zu Beginn jedes Versuches 10″ bis 15″ leer laufen zu lassen, bevor die Trommel eingeschaltet wurde; denn bei frisch aufgezogener Feder ist die ausgeübte Kraft in dieser Zeit besonders starken Schwankungen unterworfen. Die Gesamtablaufszeit für die 15 benutzten Windungen beträgt annähernd 5′; sie variiert von Versuch zu Versuch mit der Reibung in den Schraubengängen und der Federkraft. Um beiden Bedingungen möglichste Konstanz zu erteilen, wurde einerseits die Feder vor jedem Versuch ganz aufgezogen, und andrerseits das Instrument in den Pausen zwischen den Versuchen mit einem Tuch verhüllt, um es gegen Staub zu schützen. Letztere Maßregel erwies sich als nicht ausreichend, um ein Verstauben während der Nacht völlig auszuschließen, sodaß das Instrument vor dem ersten Versuche des Tages stets zweimal ablaufen mußte, ehe die normale Geschwindigkeit annähernd wiederhergestellt war. Da wir den Nachweis erbringen müssen, daß die Ausschläge der Methode nicht durch die Variation der Geschwindigkeit verursacht sind, so wurde diese bei jedem Versuch gemessen. Als Maß diente die Zeit zwischen dem Aussprechen des ersten Vokals und dem Aussprechen der letzten Zahl durch die Versuchsperson, abgelesen an einer Fünftelsekundenuhr. Die durchnittlichen Ablaufszeiten zu den verschiedenen Tagesstunden zeigt folgende Tabelle:

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h
302,4″	299,9″	300,4″	298,8″	298,6″	297,5″	296,9″

Es zeigt sich also eine stetige Abnahme um 5″ oder nicht ganz 2 % vom ersten bis zum letzten Versuch; diese findet ihre Erklärung darin, daß die Schraubengänge im Laufe des Vormittags immer mehr von dem während der Nacht angesammelten Staube befreit wurden. Daß diese Änderung der Geschwindigkeit mit den in Tab. 7 und 8 (§ 14) mitgeteilten Tageskurven nichts zu tun hat, wird einleuchtend, wenn man bedenkt, daß von 6h bis 8h die Ablaufszeit um ca. 1 % sinkt und die Unterrichtskurve um etwa 10 % resp. 20 % steigt[1]), während von 8h bis 12h die Ablaufszeit wieder um 1 % sinkt[1]), dagegen die Unterrichtskurve um etwa 10 % resp. 20 % sinkt, sowie daß die Ruhekurve beim Sinken der Ablaufszeit steigt[1]).

Für diese Messung der Ablaufszeit wurde leider während des größten Teiles der Versuche (24. August bis 10 September) eine Uhr benutzt, deren Sekundenzeiger bisweilen um einige (höchstens 5) Sekunden hinter dem Minutenzeiger zurückblieb. Infolgedessen ist natürlich die einzelne Zeitmessung nur innerhalb jener Schwankungsbreite von 5″ zuverlässig; dagegen behalten die Durchschnittszahlen ihren Wert, sobald man nachweisen kann, daß die Fälle, in denen die Uhr falsch zeigte, sich gleichmäßig über die zu vergleichenden Zeiten verteilen. Dieser Nachweis wird aber erbracht durch die Übereinstimmung der Durchschnittszahlen mit denen der vom 10. Sept. ab benutzten einwandfreien Uhr.

Die Strichgruppe wurde dem Auge der Versuchsperson durch den Spalt im Diaphragma sichtbar; seine Breite betrug 5 cm, sodaß eben noch eine Gruppe von 7 Strichen gleichzeitig sichtbar wurde[2]), seine Höhe betrug 3,3 mm, sodaß stets nur eine Windung der Trommel erblickt wurde.

Die Beleuchtung rührte von einer Petroleumlampe her, die morgens sorgfältig in Stand gesetzt und eine Viertelstunde vor Beginn des ersten Versuches angezündet wurde, sodann während des ganzen Vormittags ununterbrochen brannte. Durch photometrische Versuche hatte ich mich von der Konstanz ihrer Lichtstärke bei 6 Stunden Brenndauer überzeugt. Die Stellung des Reflektors und seine Entfernung von der Trommel war stets die gleiche.

Die Versuchsperson betrachtete die Strichgruppen aus einer Ent-

---

1) In den Tab. 7 und 8 bedeutet Abnahme der Zahlen ein Sinken des Index und umgekehrt; vergl. S. 34.

2) Ich bemerke ausdrücklich, daß die Auffassung der „7“ durch diesen Umstand nicht merkbar erleichtert worden ist, wie aus den Protokollen zu ersehen.

fernung, welche durch Vorversuche als Optimum für beide (normalsichtige) Versuchspersonen ermittelt worden war, und die während der ganzen Versuchsreihe beibehalten wurde. Zu diesem Zwecke wurde das Instrument auf dem Tische fixiert und am Rande des Tisches die „Kinngabel" festgeschraubt, gegen deren Stirnband die Versuchsperson während des Versuchs den Kopf lehnte. Seitliches Licht wurde durch ein schwarzes Tuch abgehalten, das von den Rändern des Diaphragmas ausgehend bis über die Schultern fiel. Zum Beobachten wurde stets dasselbe Auge benutzt, während das andere mit der Hand zugehalten wurde. (Die Armhaltung dabei wurde durch ein Kissen auf dem Tischrande erleichtert.)

Die Instruktion, welche zu Anfang der Versuche ausführlich besprochen und dann vor jedem Versuche verlesen wurde, lautete: „Nicht raten! Nicht nachdenken, wenn eine Strichgruppe unerkannt blieb! Nicht verbessern!" Die erste Mahnung verlangt, daß nur dann eine Zahl genannt werde, wenn das Urteil wirklich auf Beobachtung begründet ist, daß also keine Verlegenheitsnennung geschehe. Die zweite warnt davor, über eine bereits dem Blicke entschwundene Gruppe noch nachzusinnen und so auch die nächste zu versäumen. Die dritte ist erstens auf die Versuchsperson berechnet, welche über einer Verbesserung meist die folgende Gruppe versäumt, zweitens ist sie für die Protokolle von Wichtigkeit, wie S. 33 besprochen werden wird.

Ich gebe noch an, in welcher Weise der Beginn eines Versuches sich abspielte. Die Versuchsperson nimmt ihren Platz ein, bedeckt das eine Auge, lehnt die Stirn gegen das Stirnband und blickt mit dem andern Auge durch den Spalt. Der Versuchsleiter bewegt die Trommel ein wenig hin und her, bis die Versuchsperson die Orientierungsmarke, welche etwa 1 cm vor der ersten Strichgruppe angebracht ist, gefunden hat. Dann legt der Versuchsleiter das Tuch über Kopf und Schulter der Versuchsperson, verliest die Instruktion, setzt die Feder in Bewegung und schaltet nach 15" unter Abgabe des Signals „Jetzt" die Trommel ein.

Das beschriebene Verfahren liefert als Rohmaterial eine Reihe von Urteilen der Versuchspersonen, welche sich auf die Menge der in einer Gruppe enthaltenen Striche und auch auf die Buchstaben beziehen. Es galt nun, diese Urteile zu fixieren, und zwar so, daß sich von jedem erkennen ließ, auf welche Strichgruppe es sich bezog. Die Schwierigkeiten dieser Aufgabe lagen einerseits darin, daß in 300 Sekunden gegen 450 Zahlen geschrieben werden mußten (auf das Protokollieren der Buchstaben mußte man verzichten), andrerseits in der Zuordnung zwischen Strichgruppen und Urteilen. Würde die Versuchsperson für jede Strich-

gruppe ein und nur ein Urteil abgeben, so wäre die Aufgabe in der Weise gelöst, daß man das erste Urteil der ersten Strichgruppe zuordnete und so fort. Nun kommt es aber (auch bei hoher Übung) bisweilen vor, daß die Versuchsperson eine Strichgruppe ganz übergeht, also überhaupt kein Urteil über sie fällt, oder auch trotz der in der Instruktion enthaltenen Warnung sich verbessert, sodaß nacheinander 2 Urteile für dieselbe Strichgruppe abgegeben werden. Bei der Geschwindigkeit, mit welcher der Versuch sich abspielt, war es unmöglich, über die Zuordnung der Urteile sofort etwas zu entscheiden, und man mußte sich beim Protokollieren mit dem bloßen Nachschreiben begnügen, die Zuordnung aber der späteren Durchsicht des Protokolls überlassen. Bei dieser leistete die Anordnung der Strichgruppen in Komplexe mit trennenden Buchstaben wichtige Dienste. Da die Buchstaben stets genannt wurden, so zerfiel das Protokoll in 95 Unterteile, welche den 95 Komplexen entsprechen; und man hatte nun nur noch die Zuordnung innerhalb der fünf Gruppen eines Komplexes vorzunehmen. Folgende Grundsätze wurden dabei befolgt: 1) Waren bei einem Komplex fünf Urteile erhalten worden, so schrieb man sie der Reihe nach den fünf Strichgruppen zu; hierbei vernachlässigt man die Tatsache, daß die 5 Urteile auch zustande kommen können, indem 3 Gruppen einfach, eine doppelt und eine garnicht beurteilt werden. Aber einerseits kamen Verbesserungen im allgemeinen so selten vor, daß der entstandene Fehler nur gering ist; andrerseits war man auf unser Prinzip in Ermangelung eines andern angewiesen; denn die Entscheidung nach dem Grade der Abweichung des Urteils von der richtigen Zahl hätte der Willkür Spielraum gelassen. (Es steht hier nicht so wie bei dem Auffassen von Wörtern, wo auch eine Fehllesung immer noch eine Zuordnung zu dem richtigen Worte erlaubt; denn wenn z. B. statt der beiden richtigen Urteile „5“ und „7“ nur das eine Urteil „6“ abgegeben ist, so kann man schlechterdings nicht wissen, welche von den beiden Strichgruppen falsch und welche garnicht beurteilt worden ist.) 2) Waren bei einem Komplex 4 Urteile erhalten worden, so nahm man an, daß eine Auslassung begangen worden sei, und verteilte die Urteile unter Wahrung ihrer Reihenfolge so, daß die größtmögliche Zahl von richtigen Urteilen herauskam. Die Möglichkeit, daß auch zwei Auslassungen und eine Verbesserung vorliegen könnten, wurde aus den unter 1) angegebenen Gründen ignoriert. 3) Waren bei einem Komplex 6 Urteile erhalten worden (was sehr selten vorkam), so lag offenbar eine Verbesserung vor, und man verlegte diese so, daß die größtmögliche Zahl von richtigen Urteilen herauskam. Andere Fälle (mehr als 6 oder weniger als 4 Urteile) kamen bei den Hauptversuchen nicht vor.

Über die Technik des Protokollierens sei noch folgendes mitgeteilt. Als Protokollführer dienten zwei Personen, welche auch bei höchster Geschwindigkeit die Zahlzeichen noch scharf unterscheidbar schrieben. Um die Zuverlässigkeit der Protokolle zu kontrolieren, wurde an jedem Tage bei zwei (von sieben) Versuchen doppelt protokolliert. Es fand sich, daß nur an jedem 2. oder 3. Tage einmal die beiden Protokolle an einer Stelle nicht übereinstimmten. Gegen Ende der Versuchsreihe (in der 3. Woche) war die Übung der Versuchspersonen so groß geworden, daß Auslassungen und Verbesserungen nicht mehr vorkamen. Da man sich inzwischen dafür entschieden hatte, nur die Zahl der richtig beurteilten Strichgruppen als Index (s. unten) zu benutzen, so wurde nunmehr in der Weise protokolliert, daß der Protokollführer auf einen vorgedruckten Zettel die Urteile kontrollierte und die falsch genannten Strichgruppen anstrich. Es zeigte sich, daß der Protokollführer durchschnittlich bei jedem 2. Versuch einen Fehler übersah, sodaß stets doppelt protokolliert werden mußte.

Als Index benutzte ich die Menge der richtig beurteilten Strichgruppen. (NB. In den Tabellen ist die Menge der nicht richtig beurteilten Gruppen angegeben, also $450 - n$, wenn der Index mit n bezeichnet wird.) Weitere Indices würden sich gewinnen lassen, wenn man die Auslassungen, Verbesserungen und Fehler getrennt behandeln und die Fehler in Klassen zerlegen könnte. Dem steht aber folgendes entgegen: 1) aus den S. 33 angedeuteten Gründen läßt sich die Stelle, an der ein Fehler etc. begangen wurde, immer nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bestimmen. Dies macht zwar gegenüber der Gesamtheit der Fehler und Auslassungen wenig aus, fällt aber schwer ins Gewicht, sobald man Unterabteilungen bilden will. 2) Eine regelmäßige Selbstbeobachtung der Versuchsperson, mit deren Hilfe allein man Fehlerkategorien hätte unterscheiden können, war nicht durchführbar. 3) Verbesserungen, Auslassungen und alle diejenigen Klassen von Fehlern, welche durch Überhastung und Verwirrung entstehen, verschwinden gegen Ende der Versuchsreihe.

Da die Schwierigkeit der Beurteilung offenbar mit der Größe der Strichgruppen steigt, so hätte man daran denken können, für jede Art von Strichgruppen den Prozentsatz der Fehler zu berechnen und diejenige Klasse, bei welcher 50% Fehler begangen wurden, — gewissermaßen die „Schwelle" der richtigen Auffassung — als Index zu benutzen. Dem steht aber außer den eben unter 1) besprochenen Tatsachen auch das entgegen, daß die „Auffassungsschwelle" bei höheren Übungsgraden jenseits der größten Strichgruppe (7 Striche) liegt.

Es bleibt nun noch übrig, einige Betrachtungen über die Analyse der den Index bestimmenden Prozesse[1]) und die Interpretation seines

1) s. S. 25 Anm. 2.

Ausschlages anzustellen. Leider konnte das wichtigste Hilfsmittel hierzu, die Selbstbeobachtung der Versuchspersonen, fast garnicht ausgenutzt werden; denn während der Versuchsreihe wagte man nicht, systematisch Fragen an die Versuchspersonen zu stellen, aus Furcht, ihnen andere Urteilsmaßstäbe und Verhaltungsweisen zu suggerieren und ihre Aufmerksamkeit von der Hauptaufgabe auf die Selbstbeobachtung hin abzulenken; und nach Beendigung der Reihe verhinderten äußere Umstände eine Nachholung des Versäumten. So muß ich mich im Folgenden auf das beschränken, was ich aus eigener Selbstbeobachtung und aus einigen gelegentlichen Erklärungen der Versuchspersonen weiß.

Hinsichtlich der Urteilsfaktoren muß ich mich auf folgende Mitteilungen beschränken. a. Ein wirkliches Abzählen der Striche findet nur selten und dann nur bei den kürzeren Gruppen von 3, 4, 5 Strichen statt; es erfordert viel Zeit und mißlingt leicht wegen der Bewegung der Reizbilder. b. Eine wichtige Rolle spielt die Abschätzung der Länge einer Gruppe; sie geschieht teils auf Grund des absoluten Eindruckes, teils auf Grund von Vergleichungen und hängt im einzelnen Falle merklich davon ab, was für Gruppen vorausgegangen sind (z. B. nach einer „3“ wird die „6“ öfter für eine „7“ erklärt als nach einer „5“)[1]; c. bisweilen liefert das Einteilen in Unterkomplexe eine Entscheidung; man versucht z. B. die Gruppe in 2 gleiche Hälften zu teilen; gelingt dies, so ist es eine gerade Zahl (also 4 oder 6), und die Länge der beiden Hälften entscheidet zwischen 4 und 6. Ich vermag nichts darüber zu sagen, ob diese Aufzählung der Urteilsfaktoren eine vollständige ist, wie sich die Anwendungsgebiete der einzelnen Urteilsfaktoren zu einander verhalten u. a. m.

Es ist nun zu bemerken, daß der Ablauf dieser und etwaiger anderer für das Urteil maßgebender Vorgänge sehr wesentlich durch die besondern Umstände bedingt wird, unter denen hier die zu beurteilenden Reizbilder vorgeführt werden; man erinnere sich, daß in 300″ die 450 Strichgruppen und 90 Buchstaben beurteilt werden müssen, daß also auf das einzelne Urteil nur eine Zeit von 0,55″ entfällt. Es kommt vor, daß die Versuchsperson sich innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit nicht für ein Urteil entscheiden kann; in solchem Falle bricht sie entweder den Urteilsakt unvollendet ab und läßt das Urteil aus, resp. ersetzt es durch eine Verlegenheitsnennung, oder sie setzt den Urteilsakt fort und entzieht die dazu nötige Zeit dem folgenden Urteil, worunter dieses natürlich zu leiden hat. Die Urteilsgeschwindigkeit hängt

1) Vergl.: G. E. Müller, Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. S. 24 und S. 113 ff.

rungen u. s. w. ab. Der eigentliche Rechenprozeß besteht im einfachsten Falle in einer Reproduktion des Resultats vermöge seiner Assoziation mit der Aufgabe, kann aber durch andere Prozesse (Erscheinen des Resultats auf der „number form", Zerlegen des einen Summanden und Ergänzen des andern zur Zehn [7+8 = 7+3+5]) begleitet und ersetzt werden. In den Hauptprozeß und nicht etwa zwischen zwei benachbarte Rechenprozesse fallen nach meinen Beobachtungen auch stets jene Momente der Verwirrung und der darauf folgenden Sammlung, welche von jedem kontinuierlichen Verfahren unzertrennlich zu sein scheinen. Die von v. Voß[1]) vorgenommene Bestimmung der einzelnen Additionszeiten bildet einen wichtigen Schritt auf dem Wege zur Erforschung der während des kontinuierlichen Rechnens sich abspielenden Prozesse. Es wird noch lange Zeit erfordern, ehe man entscheiden kann, auf welchen Veränderungen des Organismus der Ausschlag des in Rede stehenden Index beruht. Doch sei daran erinnert, daß der Index eine gewisse unmittelbar praktische Bedeutung besitzt.

Als zweiter Index wurde die Häufigkeit der Rechenfehler bestimmt. Wie schon oben anläßlich der Schriftdefekte bemerkt wurde, bereitete die Feststellung dieses Index unerwartete Sehwierigkeiten, und die Resultate sind so dürftig und mit solchen Fehlerquellen behaftet, daß ich vorläufig von einer numerischen Wiedergabe derselben absehe. Nur folgendes sei hier mitgeteilt, weil es zur Charakteristik der Methode dient.

1) Die durchschnittliche Anzahl der Rechenfehler hält sich bei den älteren Versuchspersonen durchweg auf den äußerst niedrigen Werten, die man bei diesem Verfahren stets gefunden hat. Auch bei den jüngeren hält sie sich unter 1 % mit alleiniger Ausnahme W's, der auch hier abnorm ist, bei dem aber eine sichere Feststellung wegen des auf S. 23 geschilderten Übelstandes nicht möglich ist.

2) Ein Einfluß der Konstellationen ist nur insofern beobachtet worden, als der erste Versuch an den Unterrichtstagen etwas niedrigere Fehlerzahlen aufweist als alle anderen Konstellationen.

Ich muß mich hier gegen eine Variation der Rechenmethode wenden, welche von v. Voß und Lindley eingeführt worden ist, und welche in der Ausführung der zifferweisen Addition ohne Niederschreiben der Resultate besteht. Man besitzt nämlich bei dieser Methode nicht die geringste Garantie dafür, daß alle Additionen einer Kolumne auch wirklich ausgeführt werden und nicht etwa der Rechenprozeß in vielen Fällen unvollendet abgebrochen, in einigen sogar nicht eingeleitet (d. h. die Addition ganz übersprungen) wird. Eine solche Garantie ist bei unserer Methode durch das Niederschreiben der Re-

1) Ps. A. 2, 399. Seine Resultate unterliegen allerdings den sofort zu besprechenden Anfechtungen.

sultate gegeben; bei der fortschreitenden[1]) Addition (d. h. wenn die Summe aller untereinander stehenden Zahlen gebildet wird) ist man gegen das unvollständige Ausrechnen der Lösungen dadurch geschützt, daß die Versuchsperson jedes einzelne Resultat zur Bildung des folgenden braucht, und auch das Überspringen einer Addition scheint seltener vorzukommen, weil die Versuchsperson stets nur den einen Summanden dem Papier zu entnehmen braucht; eine gewisse Garantie mag auch noch v. Voß' Verfahren bieten, bei dem jedes Resultat durch einen Strich markiert wird; aber die von Lindley zuerst angewandte Variation der zifferweisen Addition, bei der auch noch diese Kontrole fortfällt, muß als durchaus mehrdeutig erscheinen, sobald die oben erwähnten beiden Möglichkeiten eine gewisse Wahrscheinlichkeit gewinnen. Dies geschieht nun aber durch folgende Tatsachen.

1. Wie wir oben S. 22 gesehen haben, kamen auch bei der zifferweisen Addition mit Niederschreiben der Resultate Überspringung, Wiederholung und falsche Plazierung der Resultate vor. Dies beweist, daß die Versuchsperson beim Vorwärtsschreiten in der Kolumne mit Schwierigkeiten hinsichtlich der Orientierung zu kämpfen hat, auch dann, wenn ihr in den niedergeschriebenen Resultaten das sicherste Orientierungsmittel zu Gebote steht. Muß sie nun aber auf jedes Orientierungsmittel verzichten, so ist sie jenen Irrtümern stark ausgesetzt, und bei der Hast des Verfahrens besonders der Möglichkeit des Überspringens einer Addition.

2. Beim Nachprüfen von vielen Tausenden von Rechenoperationen habe ich an mir selbst folgende Beobachtung gemacht. Solange ich die zu kontrolierenden Resultate mit niedergeschriebenen vergleiche, kann ich mich in hohem Grade darauf verlassen, daß mir keine Abweichung entgeht; sobald ich dagegen versuche, die auf dem Papier stehenden Zahlen mit im Kopfe ausgerechneten zu vergleichen, übersehe ich einen höheren Prozentsatz an Fehlern, als ich bei Ausrechnung auf dem Papier begehen würde. Dies ist offenbar nur so zu erklären, daß das im Kopf auszurechnende Resultat in vielen Fällen gar nicht zustande kommt, sondern schon im Entstehen durch die mit dem Auge aufgefaßte zu kontrolierende Zahl verdrängt wird. Daraus folgt, daß ein eingeleiteter Rechenprozeß unvollendet abgebrochen werden kann, ohne daß die Selbstbeobachtung etwas davon bemerkt, und daß man, um diese Möglichkeit auszuschließen, einer objektiven Kontrole bedarf.

Aus meinen Ausführungen, die sich noch durch Erfahrungen aus dem Gebiete der Erkennungsreaktionen bereichern ließen, geht hervor, daß die bei zifferweisem Addieren ohne Niederschreiben der Resultate gewonnenen Erfahrungen erst dann als eindeutig gelten könnten, wenn man für seine Versuchspersonen nachgewiesen hätte, daß bei ihnen die oben besprochenen Möglichkeiten gar nicht vorhanden sind; oder doch bei den zu vergleichenden Konstellationen gleich groß bleiben. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, daß ein solcher Nachweis nicht durch eine auf Selbstbeobachtung beruhende Versicherung der Versuchsperson erbracht werden kann; denn es versteht sich von selbst, daß jene Möglichkeiten gerade in solchen Zuständen der Aufmerksamkeit am größten sind, über welche die Selbstbeachtung nichts aussagen kann. Auch wird dieser Nachweis nicht dadurch überflüssig, daß Heümann genau denselben Verlauf der „Arbeitskurve" erhielt, ob er nun die Resultate niederschreiben, durch Striche markieren oder gar nicht registrieren ließ. Denn abgesehen davon, daß Heümann den Grad der Übereinstimmung nicht mitteilt, so ist die Irrelevanz des fraglichen Faktors damit doch erst für die eine Konstellationsdifferenz und noch nicht allgemein nachgewiesen.

---

1) Vogt, Ps. A. 3. 80.

Heümann (Ps. A. 4. 548), Lindley (Ps. A. 4. 485) und Rüdin (Ps. A. 4. 3) bekennen sich ausdrücklich zu der angegriffenen Methode. Hylan und Kraepelin (Ps. A. 4. 455) sagen nur, es sei das „oft erprobte zifferweise Addieren" zur Anwendung gekommen: sie halten es also offenbar für völlig gleichgültig, ob die Resultate niedergeschrieben werden oder nicht. Weygandt (Ps. A. 2. 121 und 696) spricht von „fortlaufender Addition"; hier ist jedenfalls die „fortschreitende" Addition in dem oben definierten Sinne gemeint.

§ 8. Die Methode zur Messung der Auffassungsfähigkeit.

Es handelt sich hier um die von Kraepelin und Cron[1]) zur Messung der Auffassungsfähigkeit benutzte Methode des fortlaufenden Lesens von Reizwörtern, welche mit Hülfe eines Kymographions an einem engen Spalt vorübergeführt werden. Doch bedurfte die Methode für die vorliegenden Zwecke einer Abänderung. Man erhält nämlich nur dann Ausschläge, wenn bei dem Lesen Fehler begangen werden. Das ist aber bei der ursprünglichen Methode nur dann der Fall, wenn entweder die Versuchsperson sehr wenig Übung hat, oder aber die Geschwindigkeit der Kymographiontrommel eine so große ist, daß ein Protokollieren der gelesenen Wörter kaum noch möglich ist. Außerdem hatte man mit dem Umstande zu rechnen, daß bei öfterer Lesung derselben Wortfolge diese sehr bald von der Versuchsperson auswendig gelernt werden würde. Beide Schwierigkeiten vermeidet eine Abänderung der Methode, welche ich Herrn Dr. Ach in Marburg verdanke. An Stelle der Wörter treten hier Gruppen von senkrechten Strichen, deren Anzahl angegeben werden muß. Verschiedene Vorversuche und Erwägungen ließen uns folgende Anordnung und Gestalt der Strichgruppen als die geeignetste benutzen: Die Breite der einzelnen Striche beträgt $^1/_2$ mm, die der Zwischenräume zwischen den Strichen desgleichen, sodaß eine Gruppe von 5 Strichen vom Vorderrande des ersten bis zum Hinterrande des letzten Striches 4,5 mm breit ist. Die Höhe der Striche wird bedingt durch die Höhe des Schraubenganges (= der Senkung der Trommel) am Kymographion. Da das bei den vorliegenden Untersuchungen benutzte Kymographion eine solche von $7^1/_2$ mm hatte, so wurde für die Höhe der Striche 4 mm gewählt. Zur Verwendung kamen Gruppen von 3, 4, 5, 6 und 7 Strichen, denn solche von 1 oder 2 Strichen hatten sich als zu leicht für die Auffassung, solche von 8 und mehr Strichen als zu schwer erwiesen. Ja, es dürfte sich für künftige Versuche sogar empfehlen, über 6 Striche nicht hinauszugehen. Die Strichgruppen ihrerseits sind wiederum zu je 5 in Komplexen vereinigt; innerhalb eines solchen Komplexes sind die einzelnen Strichgruppen durch

1) Ps. A. 2. 203.

Abstände von 7 mm voneinander getrennt. Die Strichgruppen-Komplexe sind von einander durch einen der Vokale a, e, i, o, u getrennt, sodaß beiderseits zwischen Buchstaben und Komplex 11 mm frei bleiben. Dies geschieht einerseits mit Rücksicht auf das Protokoll (s. S. 33), andrerseits mit Rücksicht auf die Versuchsperson. Es kommt nämlich besonders bei den ersten Versuchen oft vor, daß die Versuchsperson mehrere Strichgruppen hintereinander nicht zu zählen vermag und darüber in Verwirrung gerät; dann bietet ihr der größere Zwischenraum vor und hinter dem Buchstaben Zeit zur Sammlung, und das leichtere Erkennen des Buchstabens macht ihr von neuem Mut. Es wurden zu diesem Zwecke Vokale gewählt, weil sie bequem auszusprechen sind, doch hat sich gezeigt, daß sie sehr häufig falsch aufgefaßt wurden. Daß gerade 5 Gruppen zu einem Komplex vereinigt wurden, geschah, um eine gleichmäßige Verteilung der einzelnen Arten von Gruppen zu erzielen. Bei dieser wurde nach dem Prinzip verfahren, daß immer in zwei aufeinanderfolgenden Komplexen jede Art von Strichgruppen zweimal vertreten ist. Da sich nun 10 Elemente, unter denen 5 verschiedene Elemente je zweimal vertreten sind, $\frac{10!}{2!\,2!\,2!\,2!\,2!} = 113400$ mal permutieren lassen, so läßt sich eine Wiederholung derselben Reihenfolge auch bei großem Bedarf vermeiden. Leider ist jedoch bei Herstellung der Reihenfolge der Gruppen ein Versehen begangen worden, indem (unter 455 Strichgruppen) die Reihenfolge der 19. bis 22. Gruppe bei der 28. bis 30. Gruppe noch einmal auftritt. Eine schädliche Wirkung hiervon ist nicht beobachtet worden; die Versuchspersonen haben es nicht bemerkt. Endlich wurden noch folgende Vorsichtsmaßregeln beobachtet, welche eine besonders leichte Einprägung einzelner Teile der Reihenfolge verhüten sollen (diese war zu befürchten, weil bei allen Versuchen dieselbe Reihenfolge von Strichgruppen benutzt wurde): 1) zwei aufeinanderfolgende Komplexe dürfen nicht mit derselben Strichgruppe beginnen; 2) ein Komplex darf nicht mit derselben Strichgruppe beginnen, mit welcher der vorhergehende aufhört; 3) innerhalb eines Komplexes darf keine der folgenden Anordnungen vorkommen: 3, 4, 5 Striche; 4, 5, 6 Striche; 5, 6, 7 Striche; 7, 6, 5, 4 Striche; 6, 5, 4, 3 Striche. Leider ist gegen die zweite Regel zweimal verstoßen worden.

Die Trommel enthält 455 Strichgruppen in 95 Komplexen. Da die ersten fünf Gruppen nach einer gewissen Anzahl von Wiederholungen dem Gedächtnis der Versuchspersonen eingeprägt sein mußten, so wurden sie bei den Resultaten nicht mit berücksichtigt — doch ohne daß die Versuchspersonen etwas davon wußten. Übrigens sind auch in diesem Komplex noch bei hoher Übung Fehler begangen worden, und der zweite

unterscheidet sich in nichts von den übrigen, sodaß unsere Vorsichtsmaßregeln gegen das Einprägen der Reihenfolge von Erfolg begleitet gewesen sind. Ich gebe als Probe der Anordnung von den ersten 4 Komplexen die Anzahlen der Striche und die trennenden Buchstaben an: 5, 6, 3, 3, 5; a; 7, 7, 4, 6, 4; o; 6, 4, 6, 5, 7; i; 4, 3, 3, 5, 7; u.

Die Buchstaben und Strichgruppen wurden auf schmalem, weißem Grund gedruckt und in den angegebenen Abständen auf stumpfschwarzes Papier aufgeklebt. Auf diese Weise wird das Auge soviel als möglich geschont.

Die oben besprochene Reihenfolge von Strichgruppen nahm auf dem Kymographion-Zylinder (Umfang 50 cm) 15 Windungen in Anspruch. Die Rotation des Zylinders wurde durch Federkraft bewirkt. Die Stärke der Feder und die regulierenden Windflügel waren so gewählt, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit annähernd 20″ betrug. Die genaue Umdrehungsgeschwindigkeit variiert innerhalb desselben Versuches ein wenig bei den verschiedenen Schraubengängen und den verschiedenen Spannungen der Feder, die ja von Moment zu Moment an Kraft verliert, sodaß ein Vergleich zwischen zwei innerhalb eines Versuchs aufeinanderfolgenden Arbeitsstücken nicht möglich ist. (Die Umdrehungszeiten bei den verschiedenen Schraubengängen differieren etwa um 10% voneinander). Immerhin wurde die Vorsicht angewandt, die Feder zu Beginn jedes Versuches 10″ bis 15″ leer laufen zu lassen, bevor die Trommel eingeschaltet wurde; denn bei frisch aufgezogener Feder ist die ausgeübte Kraft in dieser Zeit besonders starken Schwankungen unterworfen. Die Gesamtablaufszeit für die 15 benutzten Windungen beträgt annähernd 5′; sie variiert von Versuch zu Versuch mit der Reibung in den Schraubengängen und der Federkraft. Um beiden Bedingungen möglichste Konstanz zu erteilen, wurde einerseits die Feder vor jedem Versuch ganz aufgezogen, und andrerseits das Instrument in den Pausen zwischen den Versuchen mit einem Tuch verhüllt, um es gegen Staub zu schützen. Letztere Maßregel erwies sich als nicht ausreichend, um ein Verstauben während der Nacht völlig auszuschließen, sodaß das Instrument vor dem ersten Versuche des Tages stets zweimal ablaufen mußte, ehe die normale Geschwindigkeit annähernd wiederhergestellt war. Da wir den Nachweis erbringen müssen, daß die Ausschläge der Methode nicht durch die Variation der Geschwindigkeit verursacht sind, so wurde diese bei jedem Versuch gemessen. Als Maß diente die Zeit zwischen dem Aussprechen des ersten Vokals und dem Aussprechen der letzten Zahl durch die Versuchsperson, abgelesen an einer Fünftelsekundenuhr. Die durchnittlichen Ablaufszeiten zu den verschiedenen Tagesstunden zeigt folgende Tabelle:

6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h
302,4″	299,9″	300,4″	298,8″	298,6″	297,5″	296,9″

Es zeigt sich also eine stetige Abnahme um 5″ oder nicht ganz 2 % vom ersten bis zum letzten Versuch; diese findet ihre Erklärung darin, daß die Schraubengänge im Laufe des Vormittags immer mehr von dem während der Nacht angesammelten Staube befreit wurden. Daß diese Änderung der Geschwindigkeit mit den in Tab. 7 und 8 (§ 14) mitgeteilten Tageskurven nichts zu tun hat, wird einleuchtend, wenn man bedenkt, daß von 6^h bis 8^h die Ablaufszeit um ca. 1 % sinkt und die Unterrichtskurve um etwa 10 % resp. 20 % steigt[1]), während von 8^h bis 12^h die Ablaufszeit wieder um 1 % sinkt[1]), dagegen die Unterrichtskurve um etwa 10 % resp. 20 % sinkt, sowie daß die Ruhekurve beim Sinken der Ablaufszeit steigt[1]).

Für diese Messung der Ablaufszeit wurde leider während des größten Teiles der Versuche (24. August bis 10 September) eine Uhr benutzt, deren Sekundenzeiger bisweilen um einige (höchstens 5) Sekunden hinter dem Minutenzeiger zurückblieb. Infolgedessen ist natürlich die einzelne Zeitmessung nur innerhalb jener Schwankungsbreite von 5″ zuverlässig; dagegen behalten die Durchschnittszahlen ihren Wert, sobald man nachweisen kann, daß die Fälle, in denen die Uhr falsch zeigte, sich gleichmäßig über die zu vergleichenden Zeiten verteilen. Dieser Nachweis wird aber erbracht durch die Übereinstimmung der Durchschnittszahlen mit denen der vom 10. Sept. ab benutzten einwandfreien Uhr.

Die Strichgruppe wurde dem Auge der Versuchsperson durch den Spalt im Diaphragma sichtbar; seine Breite betrug 5 cm, sodaß eben noch eine Gruppe von 7 Strichen gleichzeitig sichtbar wurde[2]), seine Höhe betrug 3,3 mm, sodaß stets nur eine Windung der Trommel erblickt wurde.

Die Beleuchtung rührte von einer Petroleumlampe her, die morgens sorgfältig in Stand gesetzt und eine Viertelstunde vor Beginn des ersten Versuches angezündet wurde, sodann während des ganzen Vormittags ununterbrochen brannte. Durch photometrische Versuche hatte ich mich von der Konstanz ihrer Lichtstärke bei 6 Stunden Brenndauer überzeugt. Die Stellung des Reflektors und seine Entfernung von der Trommel war stets die gleiche.

Die Versuchsperson betrachtete die Strichgruppen aus einer Ent-

---

1) In den Tab. 7 und 8 bedeutet Abnahme der Zahlen ein Sinken des Index und umgekehrt; vergl. S. 34.

2) Ich bemerke ausdrücklich, daß die Auffassung der „7“ durch diesen Umstand nicht merkbar erleichtert worden ist, wie aus den Protokollen zu ersehen.

fernung, welche durch Vorversuche als Optimum für beide (normalsichtige) Versuchspersonen ermittelt worden war, und die während der ganzen Versuchsreihe beibehalten wurde. Zu diesem Zwecke wurde das Instrument auf dem Tische fixiert und am Rande des Tisches die „Kinngabel" festgeschraubt, gegen deren Stirnband die Versuchsperson während des Versuchs den Kopf lehnte. Seitliches Licht wurde durch ein schwarzes Tuch abgehalten, das von den Rändern des Diaphragmas ausgehend bis über die Schultern fiel. Zum Beobachten wurde stets dasselbe Auge benutzt, während das andere mit der Hand zugehalten wurde. (Die Armhaltung dabei wurde durch ein Kissen auf dem Tischrande erleichtert.)

Die Instruktion, welche zu Anfang der Versuche ausführlich besprochen und dann vor jedem Versuche verlesen wurde, lautete: „Nicht raten! Nicht nachdenken, wenn eine Strichgruppe unerkannt blieb! Nicht verbessern!" Die erste Mahnung verlangt, daß nur dann eine Zahl genannt werde, wenn das Urteil wirklich auf Beobachtung begründet ist, daß also keine Verlegenheitsnennung geschehe. Die zweite warnt davor, über eine bereits dem Blicke entschwundene Gruppe noch nachzusinnen und so auch die nächste zu versäumen. Die dritte ist erstens auf die Versuchsperson berechnet, welche über einer Verbesserung meist die folgende Gruppe versäumt, zweitens ist sie für die Protokolle von Wichtigkeit, wie S. 33 besprochen werden wird.

Ich gebe noch an, in welcher Weise der Beginn eines Versuches sich abspielte. Die Versuchsperson nimmt ihren Platz ein, bedeckt das eine Auge, lehnt die Stirn gegen das Stirnband und blickt mit dem andern Auge durch den Spalt. Der Versuchsleiter bewegt die Trommel ein wenig hin und her, bis die Versuchsperson die Orientierungsmarke, welche etwa 1 cm vor der ersten Strichgruppe angebracht ist, gefunden hat. Dann legt der Versuchsleiter das Tuch über Kopf und Schulter der Versuchsperson, verliest die Instruktion, setzt die Feder in Bewegung und schaltet nach 15″ unter Abgabe des Signals „Jetzt" die Trommel ein.

Das beschriebene Verfahren liefert als Rohmaterial eine Reihe von Urteilen der Versuchspersonen, welche sich auf die Menge der in einer Gruppe enthaltenen Striche und auch auf die Buchstaben beziehen. Es galt nun, diese Urteile zu fixieren, und zwar so, daß sich von jedem erkennen ließ, auf welche Strichgruppe es sich bezog. Die Schwierigkeiten dieser Aufgabe lagen einerseits darin, daß in 300 Sekunden gegen 450 Zahlen geschrieben werden mußten (auf das Protokollieren der Buchstaben mußte man verzichten), andrerseits in der Zuordnung zwischen Strichgruppen und Urteilen. Würde die Versuchsperson für jede Strich-

gruppe ein und nur ein Urteil abgeben, so wäre die Aufgabe in der Weise gelöst, daß man das erste Urteil der ersten Strichgruppe zuordnete und so fort. Nun kommt es aber (auch bei hoher Übung) bisweilen vor, daß die Versuchsperson eine Strichgruppe ganz übergeht, also überhaupt kein Urteil über sie fällt, oder auch trotz der in der Instruktion enthaltenen Warnung sich verbessert, sodaß nacheinander 2 Urteile für dieselbe Strichgruppe abgegeben werden. Bei der Geschwindigkeit, mit welcher der Versuch sich abspielt, war es unmöglich, über die Zuordnung der Urteile sofort etwas zu entscheiden, und man mußte sich beim Protokollieren mit dem bloßen Nachschreiben begnügen, die Zuordnung aber der späteren Durchsicht des Protokolls überlassen. Bei dieser leistete die Anordnung der Strichgruppen in Komplexe mit trennenden Buchstaben wichtige Dienste. Da die Buchstaben stets genannt wurden, so zerfiel das Protokoll in 95 Unterteile, welche den 95 Komplexen entsprechen; und man hatte nun nur noch die Zuordnung innerhalb der fünf Gruppen eines Komplexes vorzunehmen. Folgende Grundsätze wurden dabei befolgt: 1) Waren bei einem Komplex fünf Urteile erhalten worden, so schrieb man sie der Reihe nach den fünf Strichgruppen zu; hierbei vernachlässigt man die Tatsache, daß die 5 Urteile auch zustande kommen können, indem 3 Gruppen einfach, eine doppelt und eine garnicht beurteilt werden. Aber einerseits kamen Verbesserungen im allgemeinen so selten vor, daß der entstandene Fehler nur gering ist; andrerseits war man auf unser Prinzip in Ermangelung eines andern angewiesen; denn die Entscheidung nach dem Grade der Abweichung des Urteils von der richtigen Zahl hätte der Willkür Spielraum gelassen. (Es steht hier nicht so wie bei dem Auffassen von Wörtern, wo auch eine Fehllesung immer noch eine Zuordnung zu dem richtigen Worte erlaubt; denn wenn z. B. statt der beiden richtigen Urteile „5“ und „7“ nur das eine Urteil „6“ abgegeben ist, so kann man schlechterdings nicht wissen, welche von den beiden Strichgruppen falsch und welche garnicht beurteilt worden ist.) 2) Waren bei einem Komplex 4 Urteile erhalten worden, so nahm man an, daß eine Auslassung begangen worden sei, und verteilte die Urteile unter Wahrung ihrer Reihenfolge so, daß die größtmögliche Zahl von richtigen Urteilen herauskam. Die Möglichkeit, daß auch zwei Auslassungen und eine Verbesserung vorliegen könnten, wurde aus den unter 1) angegebenen Gründen ignoriert. 3) Waren bei einem Komplex 6 Urteile erhalten worden (was sehr selten vorkam), so lag offenbar eine Verbesserung vor, und man verlegte diese so, daß die größtmögliche Zahl von richtigen Urteilen herauskam. Andere Fälle (mehr als 6 oder weniger als 4 Urteile) kamen bei den Hauptversuchen nicht vor.

Über die Technik des Protokollierens sei noch folgendes mitgeteilt. Als Protokollführer dienten zwei Personen, welche auch bei höchster Geschwindigkeit die Zahlzeichen noch scharf unterscheidbar schrieben. Um die Zuverlässigkeit der Protokolle zu kontrolieren, wurde an jedem Tage bei zwei (von sieben) Versuchen doppelt protokolliert. Es fand sich, daß nur an jedem 2. oder 3. Tage einmal die beiden Protokolle an einer Stelle nicht übereinstimmten. Gegen Ende der Versuchsreihe (in der 3. Woche) war die Übung der Versuchspersonen so groß geworden, daß Auslassungen und Verbesserungen nicht mehr vorkamen. Da man sich inzwischen dafür entschieden hatte, nur die Zahl der richtig beurteilten Strichgruppen als Index (s. unten) zu benutzen, so wurde nunmehr in der Weise protokolliert, daß der Protokollführer auf einem vorgedruckten Zettel die Urteile kontrollierte und die falsch genannten Strichgruppen anstrich. Es zeigte sich, daß der Protokollführer durchschnittlich bei jedem 2. Versuch einen Fehler übersah, sodaß stets doppelt protokolliert werden mußte.

Als Index benutzte ich die Menge der richtig beurteilten Strichgruppen. (NB. In den Tabellen ist die Menge der nicht richtig beurteilten Gruppen angegeben, also $450 - n$, wenn der Index mit n bezeichnet wird.) Weitere Indices würden sich gewinnen lassen, wenn man die Auslassungen, Verbesserungen und Fehler getrennt behandeln und die Fehler in Klassen zerlegen könnte. Dem steht aber folgendes entgegen: 1) aus den S. 33 angedeuteten Gründen läßt sich die Stelle, an der ein Fehler etc. begangen wurde, immer nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bestimmen. Dies macht zwar gegenüber der Gesamtheit der Fehler und Auslassungen wenig aus, fällt aber schwer ins Gewicht, sobald man Unterabteilungen bilden will. 2) Eine regelmäßige Selbstbeobachtung der Versuchsperson, mit deren Hilfe allein man Fehlerkategorien hätte unterscheiden können, war nicht durchführbar. 3) Verbesserungen, Auslassungen und alle diejenigen Klassen von Fehlern, welche durch Überhastung und Verwirrung entstehen, verschwinden gegen Ende der Versuchsreihe.

Da die Schwierigkeit der Beurteilung offenbar mit der Größe der Strichgruppen steigt, so hätte man daran denken können, für jede Art von Strichgruppen den Prozentsatz der Fehler zu berechnen und diejenige Klasse, bei welcher 50% Fehler begangen wurden, — gewissermaßen die „Schwelle" der richtigen Auffassung — als Index zu benutzen. Dem steht aber außer den eben unter 1) besprochenen Tatsachen auch das entgegen, daß die „Auffassungsschwelle" bei höheren Übungsgraden jenseits der größten Strichgruppe (7 Striche) liegt.

Es bleibt nun noch übrig, einige Betrachtungen über die Analyse der den Index bestimmenden Prozesse[1]) und die Interpretation seines

1) s. S. 25 Anm. 2.

Ausschlages anzustellen. Leider konnte das wichtigste Hilfsmittel hierzu, die Selbstbeobachtung der Versuchspersonen, fast garnicht ausgenutzt werden; denn während der Versuchsreihe wagte man nicht, systematisch Fragen an die Versuchspersonen zu stellen, aus Furcht, ihnen andere Urteilsmaßstäbe und Verhaltungsweisen zu suggerieren und ihre Aufmerksamkeit von der Hauptaufgabe auf die Selbstbeobachtung hin abzulenken; und nach Beendigung der Reihe verhinderten äußere Umstände eine Nachholung des Versäumten. So muß ich mich im Folgenden auf das beschränken, was ich aus eigener Selbstbeobachtung und aus einigen gelegentlichen Erklärungen der Versuchspersonen weiß.

Hinsichtlich der Urteilsfaktoren muß ich mich auf folgende Mitteilungen beschränken. a. Ein wirkliches Abzählen der Striche findet nur selten und dann nur bei den kürzeren Gruppen von 3, 4, 5 Strichen statt; es erfordert viel Zeit und mißlingt leicht wegen der Bewegung der Reizbilder. b. Eine wichtige Rolle spielt die Abschätzung der Länge einer Gruppe; sie geschieht teils auf Grund des absoluten Eindruckes, teils auf Grund von Vergleichungen und hängt im einzelnen Falle merklich davon ab, was für Gruppen vorausgegangen sind (z. B. nach einer „3“ wird die „6“ öfter für eine „7“ erklärt als nach einer „5“)[1]; c. bisweilen liefert das Einteilen in Unterkomplexe eine Entscheidung; man versucht z. B. die Gruppe in 2 gleiche Hälften zu teilen; gelingt dies, so ist es eine gerade Zahl (also 4 oder 6), und die Länge der beiden Hälften entscheidet zwischen 4 und 6. Ich vermag nichts darüber zu sagen, ob diese Aufzählung der Urteilsfaktoren eine vollständige ist, wie sich die Anwendungsgebiete der einzelnen Urteilsfaktoren zu einander verhalten u. a. m.

Es ist nun zu bemerken, daß der Ablauf dieser und etwaiger anderer für das Urteil maßgebender Vorgänge sehr wesentlich durch die besondern Umstände bedingt wird, unter denen hier die zu beurteilenden Reizbilder vorgeführt werden; man erinnere sich, daß in 300″ die 450 Strichgruppen und 90 Buchstaben beurteilt werden müssen, daß also auf das einzelne Urteil nur eine Zeit von 0,55″ entfällt. Es kommt vor, daß die Versuchsperson sich innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit nicht für ein Urteil entscheiden kann; in solchem Falle bricht sie entweder den Urteilsakt unvollendet ab und läßt das Urteil aus, resp. ersetzt es durch eine Verlegenheitsnennung, oder sie setzt den Urteilsakt fort und entzieht die dazu nötige Zeit dem folgenden Urteil, worunter dieses natürlich zu leiden hat. Die Urteilsgeschwindigkeit hängt

1) Vergl.: G. E. Müller, Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. S. 24 und S. 113 ff.

von der Zusammensetzung des Urteilsaktes ab; bei gleicher Zusammensetzung aber auch noch von der Aufmerksamkeit, und zwar nicht nur von ihrer durchschnittlichen Spannung sondern auch von ihren periodischen Schwankungen. Die Schnelligkeit der Vorführung kann übrigens auch noch zur Folge haben, daß die Versuchsperson das betreffende Reizbild undeutlich oder unvollständig sieht, oder sich beim Fällen des Urteils verspricht.

Es läßt sich z. Zt. noch nicht entscheiden, in welcher Weise unter verschiedenen Konstellationen die aufgezählten und andere Faktoren für den Ausfall des Index maßgebend sind. Von leicht zu übersehenden Variationsmöglichkeiten seien nur die folgenden hervorgehoben: 1) Die Urteilsmaßstäbe können zu verschiedenen Versuchszeiten verschieden sein; denn z. B., wenn man das Gefühl der Sicherheit und Leichtigkeit hat, so verläßt man sich auf andere Urteilsmaßstäbe, als wenn man sich unsicher fühlt. 2) Die Schärfe der Urteilsmaßstäbe kann sich ändern, z. B. die Unterschiedsempfindlichkeit für die Länge der Gruppen. Eine wichtige Tatsache für die Interpretation des Ausschlages ist jedenfalls in dem Umstand zu erblicken, daß die Ausschläge der Methode in den verschiedenen Übungsstadien dieselben bleiben; denn dies beweist, daß die ausschlaggebenden Faktoren entweder dieselben geblieben sind, oder daß die verschiedenen beteiligten Faktoren in demselben Sinne variieren. Nach dem Gesagten braucht es wohl kaum noch betont zu werden, daß die Benutzung des Wortes „Auffassungsfähigkeit“ zur Benennung der Methode und des Index auf keinerlei Urteil über die Erklärung der Ausschläge hindeuten soll.

§ 9. Die Konstellationen und ihre Vergleichung.

Es sind zwei Schematage vorhanden, nämlich Ruhe- und Unterrichtstage; an jedem Schematage findet eine Reihe von Reagenzversuchen statt, um die schrittweise Entwicklung der Agenswirkung zu untersuchen[1]); und zwar entspricht im allgemeinen jedem Versuch des Ruhetages ein zu derselben Tageszeit ausgeführter Versuch des Unterrichtstages.

Im folgenden ist das Versuchsschema angegeben. Die genaueren Angaben für die einzelnen Reihen findet man in § 10.

I. Unterrichtstage.

a) Vormittage. 1. Versuch: unmittelbar vor der ersten Unterrichtsstunde; 2. Versuch: am Ende der ersten Unterrichtsstunde; 3. Versuch:

1) Jeder Versuchstag entspricht einem vollen Schematage.

am Ende der zweiten Unterrichtsstunde; u. s. f.; letzter Versuch: am Ende der 4. resp. 6. Unterrichtsstunde, der letzten des Vormittags, unmittelbar vor dem Mittagessen. b) Nachmittage. 1. Versuch: unmittelbar vor der ersten Unterrichtsstunde, nach einer Mittagspause von 2 Stunden; 2. Versuch; am Ende der ersten Unterrichtsstunde; 3. und letzter Versuch: am Ende der zweiten Unterrichtsstunde.

II. Ruhetage.

Die Versuche fanden mehr oder weniger genau zu denselben Zeiten statt wie an den Unterrichtstagen. (Genaueres s. § 10).

Die Vergleichung der gemessenen Indices bewegt sich in zwei Richtungen: 1) man kann jeden Wert eines Schematages mit jedem andern Wert desselben Schematages vergleichen; 2) man kann jeden Wert eines Schematages mit dem entsprechenden Wert des anderen Schematages vergleichen. Die Vergleichung innerhalb desselben Schematages führt zur Aufstellung der Unterrichts- und Ruhekurven. Beim Vergleich der Schematage untereinander beschränken wir uns auf eine Vergleichung der Ruhekurven mit den Unterrichtskurven hinsichtlich der Gestalt dieser Kurven, wobei also der absolute Wert des Index (vergl. § 19) ganz aus dem Spiel bleibt.

Ich gehe nun im folgenden dazu über, für die Ruhe- und Unterrichtskurven und für die Vergleichung dieser beiden Arten von Kurven das „cetera paria“ (§ 22 III) zu prüfen, d. h. zu untersuchen, ob etwaige Ausschläge auch wirklich nur durch diejenigen Differenzen der Konstellationen bedingt sind, welche der Absicht des Experimentators entsprechen (§ 5), und nicht etwa in irgend welchen gegen Absicht und Wissen des letzteren eintretenden Vorgängen ihren Grund haben. Es soll also hier die Frage entschieden werden, wie weit die Ausschläge der in Abschnitt 2 zu diskutierenden Kurven als rohe oder als absolute Ausschläge zu gelten haben, wobei ich unter einem absoluten Ausschlage im Gegensatze zu einem rohen nur einen solchen verstanden wissen will, welcher von allen Verstößen wieder das „cetera paria“ frei ist. Ich bediene mich dabei der Gesichtspunkte, welche im kritischen Teile (§ 22 III) entwickelt werden; und zwar wiederhole ich bei jedem Punkte nur die Überschrift und verweise wegen der Erläuterungen auf § 22. Das Resultat der folgenden Erörterungen läßt sich dahin zusammenfassen: das cetera paria ist für alle Vergleichungen erfüllt bis auf eine Deformation der Unterrichts- und Ruhekurven durch die Übung; betreffs der Berücksichtigung, welche diese Deformation bei der Deutung der Kurven zu finden hat, ist das Nähere auf Seite 40/41 zusammengestellt.

1) Die äußeren Bedingungen des Reagenzversuchs.

a. Akustische Störungen.

Befahrene Straßen oder geräuschvolle Betriebe befinden sich nicht in der Nähe der Versuchsräume. Die einzigen in Betracht kommenden Geräusche rühren von den musikalischen Übungen her; diese verteilen sich gleichmäßig über die Tagesstunden und die Wochentage; die wenigen Fälle, in denen sie wirklich störend wirkten, wurden zu Protokoll genommen, ergaben aber keine nennenswerte Belastung einer bestimmten Konstellation.

b. Meteorologische und kosmische Einflüsse.

Bei den Reihen 1, 2, 3 und 5 ist eine direkte Bestrahlung des Versuchsraumes durch die Sonne ausgeschlossen, weil die benutzten Räume nur nach Westen resp. Norden Außenwände hatten und in diesen Reihen keine Nachmittagsversuche stattfanden. Bei Reihe 4 wurde ein nach Süden gelegener Versuchsraum benutzt, welcher bei einem Teil der Vor- und der Nachmittagsversuche direkter Bestrahlung ausgesetzt war. Da die Vormittagsresultate dieser Reihe mit denen der übrigen übereinstimmen, so scheint die Fehlerquelle nicht bedenklich zu sein. Über die Witterung s. S. 16.

2) Die Handhabung der Reagenzmethode durch den Versuchsleiter.

a. Die Aufgaben und die Reize.

Bei der Methode zur Messung der Auffassungsfähigkeit kamen stets dieselben Reize zur Anwendung. Bei der Rechenmethode werden bei jedem Versuch 200—350 Aufgaben gebraucht, während die Rechenhefte in leidlich regelmäßiger Verteilung 30—40 verschiedene Aufgaben wiederholen.

b. Die Vorführung der Aufgaben und die Applikation der Reize.

Über die Konstanz der Beleuchtung und der Kymographiongeschwindigkeit bei der Methode zur Messung der Auffassungsfähigkeit s. S. 30 und 31. Die Vorführung der Rechenaufgaben ist durch die gedruckten Hefte und die S. 19 f. besprochenen Vorsichtsmaßregeln als konstant gesichert. Über die Beleuchtung s. S. 19; die Größe der vorgedruckten Zahlen (3,3 mm) schließt den Einfluß geringer Helligkeitsschwankungen aus.

c. Die Registrierung der Resultate.

Für die Methode zur Messung der Auffassungsfähigkeit sind S. 34 die Vorsichtsmaßregeln besprochen. Bei der Rechenmethode geschah das Aufzeichnen der Lösungen durch die Versuchspersonen. Das Ablesen der Uhr durch den Versuchsleiter bietet keinen Anlaß zu Fehlern in einer bestimmten Richtung.

d. Die Instruktion wurde vor jedem Versuch von neuem verlesen.

3) Die Handhabung der Reagenzmethode durch die Versuchsperson.

Die Versuchsreihen 1, 2, 4, 5 gewährleisten durch ihre Ausdehnung (10—23 Tage) eine gewisse Konstanz der fraglichen Faktoren. Bei Reihe 3 besaß die eine Versuchsperson (B) einen bestimmten Verhaltungsmodus von Reihe 2 her; der Umstand, daß E's Ergebnisse mit den an B und anderen Versuchspersonen erhaltenen Resultaten so gut übereinstimmen, beweist, daß bei der Rechenmethode die Konstanz des Verhaltens sehr bald eintritt.

4) Die Nachwirkung der Reagenzversuche.

In Betracht kommt nur die Übung. Sie bewirkt, daß die tageszeitlich späteren Konstellationen im Vergleich zu den früheren zu hohe Werte erhalten und daß alle Konstellationen desselben Versuchstages durchschnittlich höhere Werte aufweisen, als die entsprechenden Konstellationen eines in der Versuchsreihe vorhergegangenen Tages. Wegen der Schwierigkeit einer Korrektur des Übungseinflusses verweise ich auf § 18; ich bemerke, daß in allen meinen Versuchsreihen bis zuletzt eine Übungswirkung von Tag zu Tag nachzuweisen ist, sodaß auch die zweite in § 18 Abschnitt I besprochene Schwierigkeit besteht. Eine vollständige Befreiung vom Übungseinfluß ist zur Zeit nicht möglich; die Betrachtung muß wie in § 22 zwischen solchen Ausschlägen unterscheiden, welche im Sinne der Übungswirkungen verlaufen und solchen, welche in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Bei den letzteren kann man, auch wenn der Ausschlag noch so klein ist, auf ein den Index herabsetzendes Agens schließen; solchen Fällen entsprechen die absteigenden Äste der Unterrichtskurven, die bei allen Ruhekurven außer in Reihe 3 auftretende Senkung in der Mitte und fast alle in § 15 auftretenden Differenzen. Der Ausschlag erscheint infolge der Übung hier zu klein; auf seine quantitative Korrektur soll aber nicht eingegangen werden. Bewegt sich der Ausschlag in der Richtung der Übung, so bedarf es einer besonderen Untersuchung, ob er ganz durch diese bewirkt ist oder nicht. Solche Ausschläge kommen in den aufsteigenden Ästen der Unterrichtskurven und gewissen Teilen der Ruhekurven zum Ausdruck; bei den letzteren sind die Ausschläge so gering [1]), daß die soeben erwähnte Frage zur Zeit nicht entschieden werden kann; man darf also hier auch nicht auf eine den Index erhöhende Wirkung des Agens schließen; für die Unterrichtskurven soll die Frage jetzt diskutiert

1) Bei den Ruhekurven der Auffassungsfähigkeit (§ 14) ist allerdings ein starker Ausschlag vorhanden. Aber er beruht zum überwiegenden Teil auf dem Ausschlag vom 1. zum 2. Versuch, wird ferner beim 11^h Wert in noch unerklärter Weise unterbrochen und ist endlich schwer zu diskutieren, weil 3 von den Versuchstagen ganz am Ende der Versuchsreihe liegen, sodaß man über das Übungsmaß (§ 18) wenig aussagen kann.

werden. Ich beschränke mich dabei auf die Vormittagskurven, doch lassen sich für die Nachmittagskurven ganz ähnliche Betrachtungen durchführen.

1) Wäre die Übung der einzige Faktor, welcher den Anstieg der Unterrichtskurve bewirkt, so sollte man zwischen dem Übungsmaß (s. § 18) und dem Anstieg eine starke Korrelation in der Weise erwarten, daß das Maximum umsomehr gegen Ende der Kurve liegt und um so höher ist, je größer daß Übungmaß ist; und zwar müßte sich dies zeigen sowohl beim Vergleich mehrerer Personen untereinander als auch bei den verschiedenen Übungsstadien derselben Versuchsperson. Aus Tab. 17 (§ 18) u. Tab. 5 (§ 12) kann man sich über die erste und aus den extremen Wochenwerten in Tab. 5 kann man sich über die zweite Korrelation unterrichten. Beide Korrelationen machen das Mitspielen anderer Faktoren höchst wahrscheinlich; doch ist die Argumentation nicht absolut beweisend wegen der Fehler des Übungsmaßes (§ 18) und wegen gewisser Schwierigkeiten in der Beurteilung der Korrelationen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Ich sehe deswegen auch von einer zahlenmäßigen Feststellung der Korrelationen ab.

2) Wäre die Übung der einzige Faktor, welcher den Anstieg der Unterrichtskurve bewirkt, so müßten die an den Ruhetagen wirksamen Agentien kräftig genug gewesen sein, um einen entsprechenden Anstieg zu verhindern und schon beim 3. Versuch eine Einsenkung herbeizuführen. Dies ist nach der ganzen Natur dieser Agentien nicht anzunehmen.

3) Ich habe gefunden, daß bei den meisten Versuchspersonen der Anstieg der Vormittagskurven für Unterrichtstage vom ersten zum zweiten Versuch stärker ist als die aus dem Übungsmaß zu berechnende durchschnittliche Erhöhung des Index von einem Tag zum andern (vgl. § 18, Abschnitt V am Ende). Es ist also kaum denkbar, daß die gesamte Erhebung dieser Vormittagskurve allein durch die Übung bewirkt sein sollte.

Aus den unter 1) bis 3) aufgeführten Tatsachen folgt mit hoher Wahrscheinlichkeit, wenn auch nicht mit absoluter Evidenz, daß der Anstieg der Unterrichtskurve nicht durch die Übung allein zustande kommt. Eine endgültige Entscheidung der Frage muß weiteren Versuchen und einem eingehenden Studium der Agentien überlassen bleiben.

Zusammenfassung: Bei dem absteigenden Ast der Unterrichtskurven und bei der Einsenkung in der Mitte der Ruhekurven steht die Existenz einer den Index herabsetzenden Wirkung des Agens fest; beim aufsteigenden Ast der Unterrichtskurven ist die Existenz eines den Index erhöhenden Agens mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen; in den

anderen Fällen (d. h. also bei den Teilen der Ruhekurven, welche auf gleicher Höhe bleiben oder schwach ansteigen) läßt sich vorläufig kein Urteil gewinnen.

5) Suggestion.

a. Vorgefaßte Meinung der Versuchsperson.

Hierüber s. § 4, S. 9.

b. Beeinflussung durch den Versuchsleiter im Moment des Versuchs.

Die Versuchsperson sieht den Versuchsleiter im Wesentlichen nur in dem Augenblick, wo sie an ihm vorübergeht, um ihren Platz einzunehmen; eine Ausnahme bildet Reihe 4, wo der Versuchsleiter die Versuchspersonen auf dem etwa 30" dauernden Weg in den Versuchsraum begleitete. Die Versuchsperson hört vor dem Versuche von dem Versuchsleiter nur die Instruktion und das Kommando, allenfalls noch eine kurze Anweisung; Mitteilungen u. a. m. fanden stets erst nach dem Versuch statt. Vergleiche auch § 4. Der Versuchsleiter war bestrebt, in seinem gesamten Habitus stets der gleiche zu sein, insbesondere zu den verschiedenen Tageszeiten.

6) Der Hintergrund des Bewußtseins.

a. Anfangs- und Schlußantrieb.

Bei meinen Versuchen liefert jeder Tag eine vollständige Unterrichts- resp. Ruhekurve, so daß also die Durchschnittskurven einer Versuchsreihe nur hinsichtlich der ersten und der letzten Konstellation durch die in Rede stehenden Einflüsse verändert sein können. Die Schlüsse, welche wir im folgenden aus den Tageskurven ziehen werden, bleiben dieselben, auch wenn man annimmt, daß die richtigen Anfangs- und Endwerte der Kurven um ein erhebliches unter den beobachteten Werten liegen.

b. Einfluß des Umstandes, ob die Versuche während der Unterrichtsstunden oder während der Freizeit stattfinden.

Ich habe im Prinzip alle Versuche in die Unterrichtsstunden verlegt, sodaß also weder die Pausen zwischen den einzelnen Stunden verkürzt wurden noch auch die Versuchspersonen vor Beginn oder nach Schluß des normalen Schulvormittags resp. -nachmittags in Anspruch genommen wurden. Die Fälle, in denen ich von diesem Prinzip abgewichen bin, sollen kurz diskutiert werden.

1. Bei den erwachsenen Versuchspersonen (Reihe 1, 2, 3 u. 5) fand der erste Versuch während der gemeinschaftlichen Andacht statt. Der Schüler faßt diese Andacht natürlich als eine Pflicht und mit zum Schulzwang gehörig auf und fühlt es jedenfalls nicht als eine Verkürzung seiner Freizeit, wenn er während dieser Zeit als Versuchsperson dient.

2) Bei den Schulkindern (Reihe 4) begann der erste Versuch des Vor- resp. Nachmittags im allgemeinen einige Minuten vor dem Schulanfang. Die Versuchspersonen waren angewiesen, sich ein wenig vor den übrigen Schülern einzufinden, doch wurde ihnen mit keiner Strafe gedroht, sodaß auch hier die Vorstellung von einer Verkürzung der freien Zeit kaum aufgekommen sein kann.

3) Bei Reihe 1 mußte ein Teil der Versuche (s. § 10) während der Pausen stattfinden: ich habe mich überzeugt, daß die Tage, deren Pausen fast gänzlich durch die Versuche besetzt waren, keine anderen Kurven liefern als die Tage, deren Versuche sämtlich in die Unterrichtsstunden fielen.

c) Einfluß des Umstandes, ob ein Versuch zu Beginn oder am Ende einer Unterrichtsstunde stattfindet.

An den Unterrichtstagen findet der erste Versuch des Vor- resp. Nachmittags zu Beginn einer Unterrichtsstunde statt, während alle übrigen Versuche am Ende einer Unterrichtsstunde liegen. Es ist zu beachten, daß eine hieraus etwa entspringende Beeinflussung der Tageskurve im allgemeinen durch den starken Ausschlag überdeckt wird, welchen Übung und Agenswirkung gemeinsam zwischen dem ersten und zweiten Versuch hervorbringen.

§ 10. Beschreibung der einzelnen Versuchsreihen.

Vorbemerkung.

Ehe ich zur Beschreibung der einzelnen Versuchsreihen übergehe, möchte ich darauf hinweisen, daß man Reihen wie die vorliegenden nicht nach demselben Maßstabe beurteilen darf, wie die im Laboratorium ausgeführten. Der Experimentator kann hier nicht alle Bedingungen nach seinem Ermessen gestalten, sondern muß die gegebenen Verhältnisse benutzen und manches Kompromiß schließen. Auf Eleganz und Bequemlichkeit der Beweisführung muß dabei bisweilen verzichtet werden. Dies sei hier von vorn herein gesagt, weil im folgenden nicht in jedem Falle auseinander gesetzt werden kann, wodurch diese Lücke oder jene Maßregel unvermeidlich wurde. Man wolle hierdurch entstandenen Mängeln gegenüber stets bedenken, daß Versuche, welche die Versuchsperson zu 7 resp. 8 verschiedenen Tageszeiten in Anspruch nehmen, wohl kaum zustande kommen könnten, wenn nicht ein Institut wie die Schule ihr Menschen-Material zur Verfügung stellte.

Versuchsreihe 1 (August und September 1902).

Reagenzmethode: Messung der Auffassungsfähigkeit. |Versuchspersonen: A und B, Schüler der 3. Seminarklasse, 18jährig, gesund, Klassenleistungen über dem Durchschnitt. |Versuchsleiter: Verfasser. |Zeitlage der Versuche: a) Unterrichtstage. 1. Versuch: 5^h 45. 2. Versuch: 6^h 45. 3. Versuch: 7^h 45. 4. Versuch: 8^h 45. 5. Versuch: 9^h 55. 6. Versuch: 10^h 55. 7. Versuch: 11^h 55. b) Ruhetage: 1. Versuch: 7^h. 2. Versuch: 8^h u. s. w. Frühstück 10^h [1]). 6. Versuch: 12^h. Die genaueren Zeiten der

1) An den Ruhetagen habe ich die Zeit für das Frühstück festgesetzt ohne Rücksicht auf die Hausordnung.

einzelnen Versuche variieren an den Ruhetagen um einige Minuten, doch wurde die Zeit vorher stets genau festgesetzt. |NB. Diese Versuchsreihe unterscheidet sich von allen übrigen dadurch, daß die Versuchspersonen sich dem Reagenzversuche nacheinander unterziehen mußten. An den Normaltagen fand dies stets in der Reihenfolge A B statt. An den Unterrichtstagen mußte der 2. Versuch in die Pause fallen, und es wechselten die Versuchspersonen untereinander ab, sodaß A am Dienstag, Donnerstag und Sonnabend, A am Montag, Mittwoch und Freitag einen Teil seiner Pausen opferte. Eine Gegenüberstellung der Tage mit verkürzter Pause und der Tage mit voller Pause ließ keinen Unterschied in den Resultaten erkennen. |Versuchstage: a) Vorversuche: Die ersten einübenden Versuche, bei denen die Geschwindigkeit der Trommelrotation allmählich gesteigert wurde, fanden am 7. und 8. August statt, und zwar 4 Versuche mit jeder Versuchsperson. Dann wurde am Sonntag den 9. August eine Versuchsreihe begonnen, welche Mittwoch den 12. August wegen Krankheit des Versuchsleiters abgebrochen werden mußte; während dieser Reihe lieferte jede Versuchsperson 31 Versuche. Endlich fanden noch vor Eintritt in die eigentliche Reihe mit jeder Versuchsperson 6 Versuche statt (am 22. und 23. August). b) Hauptversuche: Unterrichstage: 24. bis 29. August, 31. August bis 5. September, 7. bis 12. September. Ruhetage: Sonntag den 30. August, Sonntag den 6. September, 14. bis 16. September. |NB. Am Sonntag den 13. September fand nur am Abend ein Versuch statt. Am 14. bis 16. September war die Hausordnung: 6^h Aufstehen, 7^h Andacht, dann Arbeitszeit bis 12^h. |Lücken: Es ist kein Versuch ausgefallen. |Störungen von Belang lagen in folgenden Fällen vor: a) am Donnerstag den 27. August wurde der 6^h Versuch und ein wenig auch der 7^h Versuch bei beiden Versuchspersonen durch zu langsame Trommelrotation beeinflußt, so daß die Leistung zu günstig ausfiel. Der Tag wurde bei Berechnung der Tageskurve ausgeschlossen, im übrigen beibehalten. b) Am Sonntag den 6. September war beim 11^h Versuch der Versuchsperson B die Feder des Kymagraphions nicht frisch aufgezogen, infolgedessen fiel die Ablaufszeit um 20″ zu lang und die Leistung zu günstig aus. Da der erhaltene Wert kein abweichendes Verhalten zeigt und die Verlängerung der Ablaufszeit nicht notwendig eine bedeutende Verbesserung der Leistung bewirkt zu haben braucht, so wurde dieser Wert nicht verworfen. c) In der Nacht vom 24. zum 25. August ging ein schweres Gewitter nieder. A gab an, nur 4 Stunden geschlafen zu haben; B erklärte, daß er im Schlaf nicht beeinträchtigt worden sei. d) Während der Ruhetage am 14.—16. September fand die Abgangsprüfung der ersten Klasse statt. Die Folge davon war nicht nur, daß die Versuchspersonen infolge der allgemeinen Spannung etwas erregt waren, sondern auch, daß am 16. nach Beendigung der Prüfung das ganze Haus voll unruhigen Treibens war, wodurch trotz aller Vorsichtsmaßregeln die Versuche einigemale gestört wurden. |Verletzungen der Vorschriften sind nicht mitgeteilt worden. Ob nicht trotzdem am 15. und 16. September aus Anlaß der Abschiedsfeier die Abstinenz gebrochen worden ist, kann ich nicht mit absoluter Sicherheit behaupten; doch erstens fand die Hauptfeier erst nach Beendigung der Versuche statt, und zweitens kommen für Extravaganzen nur die Nachmittage in Betracht, so daß eine ernste Beeinflussung der Versuche ausgeschlossen ist. |Witterung: Schwüle Hitze vom 3.—7. September; am 3. September fiel wegen der Hitze der Nachmittagsunterricht aus.

Versuchsreihe 2 (September und Oktober 1903).

Reagenzmethode: Rechenmethode c. |Versuchspersonen: A und B, wie in Reihe 1. |Versuchsleiter: Verfasser. |Zeitlage der Versuche: wieReihe1; doch fand am Sonntag nach dem Mittagessen ein 7. Versuch statt, um den gleichen Übungseinfluß wie an

den Unterrichtstagen zu erhalten.[1]) |Versuchstage: a) Vorversuche: Am Donnerstag den 17. September rechnete jede Versuchsperson eine Stunde lang, und am Montag den 21. September 5 Minuten. b) Hauptversuche: Unterrichtstage: Dienstag den 22. bis Sonnabend den 26. September, Montag den 28. September bis Freitag den 2. Oktober. Ruhetag: Sonntag, den 27. September. Am 2. Oktober mußte die Reihe abgebrochen werden, weil am Sonnabend den 3. Oktober der letzte Schultag vor den Ferien war. |Lücken: Am Freitag den 25. September mußten die Versuche um 10^h und 11^h ausfallen, weil die Versuchspersonen wegen Anfertigung eines Klassenaufsatzes das Unterrichtszimmer nicht verlassen durften. Die ausgefallenen Versuche wurden nach 12^h nachgeholt, um den normalen Übungszuwachs für den folgenden Tag zu erhalten.[2]) |Verletzungen der Vorschrift: Beide Versuchspersonen haben am Dienstag den 22. nach Tisch ein Glas Bier getrunken.

Versuchsreihe 3 (April 1904).

Reagenzmethode: Rechenmethode d. |Versuchspersonen: B und E, beide Schüler der 2. Seminarklasse, gesund, Alter $18^1/_2$ Jahre. Klassenleistungen über dem Durchschnitt. (B derselbe wie in Reihe 1 und 2, nur inzwischen in die 2. Klasse vorgerückt. E hat in Reihe 1 als Protokollführer gedient. Beide sind also an die Versuche gewöhnt.) |Versuchsleiter: Verfasser. |Zeitlage der Versuche: Unterrichtstage wie Reihe 1. Ruhetage: a) Sonntag. 1. Versuch: 6^h 45. 2. Versuch: 7^h 45 u. s. w. Frühstück 10_h. 6. Versuch: 11^h 55 (in genauer Nachbildung der Zeitlage an den Unterrichtstagen). b) schulfreie Wochentage. 1. Versuch; 5^h 45. 2. Versuch: 6^h 45 u. s. w. Frühstück 9^h. 7. Versuch: 11^h 55. |Versuchstage: a) Vorversuche: Am Dienstag den 12. April rechnete B 5', E 10'. b) Hauptversuche. Unterrichtstage: Mittwoch den 13. April bis Sonnabend den 16. April. Ruhetage: Sonntag den 17 April bis Dienstag den 19. April. |NB. Hausordnung an den schulfreien Wochentagen wie an den Unterrichtstagen. An den Unterrichtstagen wurde bei jedem Versuch 6', an den Ruhetagen 5' gerechnet.

Versuchsreihe 4 (September 1903).

Reagenzmethode: Rechenmethode b. |Versuchspersonen: 1) An., 14jährig, 1. Übungsschulklasse, 1. Abteilung, wohnt im Internat, Klassenleistungen über dem Durchschnitt. 2) Ar., 14jährig, 1. Übungsschulklasse, 1. Abteilung, wohnt im Internat, Klassenleistungen unter dem Durchschnitt. 3) Br., 14jährig, 1. Übungsschulklasse, 1. Abteilung, wohnt bei seinen Eltern, Klassenleistungen über dem Durchschnitt. 4) Sch., 9jährig, 3. Übungsschulklasse. 1. Abteilung, wohnt bei seinen Eltern, Klassenleistungen über dem Durchschnitt. 5) R., 9jährig, 3. Übungsschulklasse, 1. Abteilung, wohnt bei seinen Eltern, Klassenleistungen mittelmäßig. 6) W., 9jährig, 3. Übungsschulklasse, 1. Abteilung, wohnt bei seinen Eltern, Klassenleistungen unter dem Durchschnitt. 7) Ba., 8jährig, 3. Übungsschulklasse, 2. Abteilung, wohnt bei seinen Eltern, Klassenleistungen mittelmäßig. |Versuchsleiter: Aus den Seminaristen der 2. Klasse, welche den Unterricht in der Übungsschule erteilten, wurden 3 ausgewählt, welche abwechselnd als Versuchsleiter dienten. Sie wurden während der Vorversuche von dem Verfasser angeleitet und genau instruiert. |Zeitlage der Versuche: Unterrichtstage: I. Vormittags: 1. Versuch: einige Minuten vor 8^h (s. S. 42). 2. Versuch: 8^h 55. 3. Versuch: 9^h 55 4. Versuch: 10^h 55. 5. Versuch: 11^h 55. II. Nachmittags (Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag): 6. Versuch: einige Minuten vor 2^h. 7. Versuch: 2^h 55. 8. Versuch: 3^h 55. Ruhetage: I. Vormittags: wie die Unterrichtstage, nur daß der 1. Versuch etwas später stattfand. II. Nachmittags: desgleichen. |Versuchstage: a) Vorversuche: Freitag den 4. September Nachmittags

1) und 2) Die Resultate dieser Versuche sind nicht weiter berücksichtigt worden.

8 Versuche zu je 5′. Sonnabend den 5. September am Vormittag ein voller Unterrichtstag zur Einübung; am Nachmittag 7 Versuche zu je 5′. b) Hauptversuche: α) Unterrichtstage: Montag den 7. bis Sonnabend den 12. September. Montag den 14. bis Sonnabend den 19. September. Montag den 21. bis Sonnabend den 26. September. β) Ruhetage: I. Vormittags: Sonntag den 6. September, Sonntag den 13. September, Sonntag den 20. September, Sonntag den 27. September. II. Nachmittags: Sonnabend den 12. September, Sonnabend den 19. September, Sonnabend den 26. September. |NB. Von Mittwoch den 23. September bis Sonnabend den 26. September 12^h dauerte der Versuch 6′ (statt wie sonst 5′). Dies wurde unternommen in der Hoffnung, über die internen Schwankungen des Index (§ 17) Näheres zu erfahren. Bei Berechnung der Tageskurven und der Wochenkurven sind nur die Leistungen der ersten 5′ berücksichtigt. |Lücken: 1) Wegen leichter Erkrankungen (ernsthafte kamen nicht vor) wurde gelegentlich ein Versuch versäumt; nur bei 2 Versuchspersonen fiel je ein Unterrichts-Vormittag vollständig aus. 2) Aus äußeren (meist häuslichen) Gründen mußten einige Normaltage ausfallen, im ganzen 4. 3) Größere Lücken entstanden zweimal durch äußere Umstände. Am Montag den 14. September konnte am Vormittag überhaupt kein Versuch stattfinden, und am Montag den 21. September mußte der 8^h Versuch ausfallen, wonach der ganze Versuchstag wertlos war und nur infolge eines Irrtums noch mit einigen Personen Versuche ausgeführt wurden. |Witterung: Schwüle Hitze vom 6.—7. September.

Versuchsreihe 5 (August und September 1903).

Reagenzmethode: Rechenmethode a. |Versuchspersonen: C und D, Schüler der 3. Seminarklasse, 18jährig; D gesund, C, wie sich später herausstellte, nervös. Klassenleistungen bei C über, bei D unter dem Durchschnitt. |Versuchsleiter: Verfasser. |Zeitlage der Versuche: wie Reihe 1. |Versuchstage: a) Vorversuche: Sonntag den 23. August zweimal 5′ Rechnen. b) Hauptversuche: Wie Reihe 1, nur daß die beiden Sonntage nicht wie die übrigen Ruhetage ohne Beschäftigung, sondern bei einer größeren schriftlichen Arbeit zugebracht wurden. |Störungen: 1) In der Nacht vom 24. zum 25. August schliefen beide Versuchspersonen infolge des Gewitters nur 4 Stunden. 2) Hinsichtlich der Normaltage vom 14. bis 16. September gilt das bei Reihe 1 Gesagte. 3) Bis zum 10. September wurde eine Fünftelsekundenuhr benutzt, welche bisweilen falsche Angaben lieferte. Es handelt sich um dieselben Fehler, welche anläßlich der Zeitmessungen am Kymographion besprochen worden sind (S. 31). Sie betrugen etwa 5″ und verteilten sich gleichmäßig auf die Versuchszeiten. Man kann infolgedessen die bis zum 10. September erhaltenen Resultate nur innerhalb einer Schwankungsbreite von $\pm$ 1 % als zuverlässig ansehen. An der Sicherheit der Durchnittswerte wird dadurch natürlich nichts geändert. |Verletzungen der Vorschriften: wie bei Reihe 1. |Witterung: wie bei Reihe 1. |NB.: Reihe 1 und 5 sind gleichzeitig ausgeführt worden in 2 benachbarten Zimmern. Der Versuchsleiter eröffnete zunächst den Rechenversuch und dann den Auffassungsversuch, kommandierte nach 5′ „Halt“ für das Rechnen und notierte nach weiteren 20 bis 30″ die für den Auffassungsversuch gebrauchte Zeit; hieran schloß sich der 2. Auffassungsversuch. Durch Teppiche, geräuschlosen Gang der Tür und geeignete Vorschriften für die Versuchspersonen war etwaigen Störungen vorgebeugt.

Abschnitt 2. Besprechung der Unterrichts- und Ruhekurve

§ 11. Die Vormittagskurven der Rechengeschwindigkeit

I. Ruhekurven.

Da die einzelnen Ruhetage derselben Versuchsperson auf ganz verschiedenen Übungsstadien liegen, und da die verschiedenen Versuchspersonen ganz verschiedene Höhen des Index aufweisen, so war eine Umrechnung der erhaltenen Rohwerte notwendig, damit alle Einzelbeobachtungen bei der Bildung von Durchschnittswerten gleiches Gewicht bekämen. Ich habe deshalb meinen Berechnungen der Durchschnittskurven nicht die beobachteten Rohwerte direkt zugrunde gelegt, sondern zuvor jeden Einzelwert als Prozentsatz des Tagesmittels ausgedrückt, d. h. also ihn mit $\frac{100}{m}$ multipliziert, wo m das arithmetische Mittel aller an dem betr. Vormittage gewonnenen Werte ist. Es hätte vielleicht nahe gelegen, anstatt m den tageszeitlich ersten Wert des betr. Vormittages zu wählen, doch ist dieser stärkeren zufälligen Schwankungen ausgesetzt als m. Tab. 1 zeigt für jede Versuchsperson die durchschnittliche Ruhekurve, deren einzelne Werte als arithmetische Mittel aus den entsprechenden Werten aller vollständigen Ruhetage gewonnen sind.

Anmerkung 1: Bei Reihe 2 dient als Index die für 350 Additionen verbrauchte Zeit (S. 20 f. u. 25), bei den übrigen Reihen die in 5′ resp. 6′ erledigte Zahl von Additionen.

Anmerkung 2: Die Zahlen der Reihe 2 werden im folgenden nicht diskutiert, weil ihnen, als nur von einem Versuchstage herrührend, keine Beweiskraft zukommt.

Anmerkung 3: Am ersten Ruhetage der Reihe 3 fanden Versuche von 7^h bis 12^h statt, an den beiden andern von 6^h bis 12^h. Ich lege den 7^h-Versuch dort mit dem 6^h-Versuch hier zusammen, weil beide eine Stunde nach dem Aufstehen stattfanden, desgleichen auch den 8^h-Versuch dort mit dem 7^h-Versuch hier u. s. f. Die in der Tabelle unter 12^h angegebenen Zahlen sind die Durchschnitte der 12^h-Werte der beiden letzten Normaltage, sie sind also mit den übrigen Werten streng genommen nicht vergleichbar.

Anmerkung 4: Die Durchschnittskurve aus Reihe 3 und 5 ist gewonnen, indem der 7^h-Wert der Reihe 5 mit dem 6^h-Wert der Reihe 3 zusammengelegt wurde u. s. f.; der 12^h-Wert stammt nur aus Reihe 3 und ist mit den übrigen streng genommen nicht vergleichbar.

Die Kurven der einzelnen Versuchspersonen sind offenbar durch zufällige Schwankungen entstellt. Dies erklärt sich aus der geringen Zahl der Versuchstage; da die Ruhetage an Sonntagen und anderen schulfreien Tagen stattfinden mußten, so war es mir nicht möglich, mehr Versuche dieser Art anzustellen. Es bleibt nichts anderes übrig, als die Mittelwerte aus den Kurven mehrerer Versuchspersonen zu betrachten. Ich diskutiere als „Kurve der Erwachsenen“ die Durchschnittskurve aus den Reihen 3 und 5 und als „Kurve der Kinder“ die Durchschnittskurve aus Reihe 4. Über die Zuverlässigkeit dieser Kurven hat man ein

Tabelle 1 (S. 46—48).

V.-P.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	Zahl der Versuchstage
(Reihe 2 s. Anm. 1)								
A		106,1	101,3	96,2	99,6	97,9	98,9	1
B		107,7	100,4	96,1	98,9	98,4	98,6	1
				Durchschnittskurve für A und B:				
		106,9	100,8	96,1	99,2	98,1	98,7	
(Reihe 3 s. Anm. 3)								
E	100,9	100,9	99,2	98,8	100,3	100,0	(98,9)	3
B	99,3	99,5	99,8	99,8	99,7	101,9	(101,6)	3
(Reihe 5)								
C		97,2	99,9	99,7	101,9	102,4	98,9	3
D		97,8	98,7	100,5	99,5	101,6	102,0	3
				Durchschnittskurve aus Reihe 3 u. 5 (s. Anm. 4):				
	98,8	99,7	99,8	100,0	101,0	100,7	(100,2)	
(Reihe 4)								
An			97,2	102,2	99,4	99,5	101,7	4
Ar			99,1	99,6	101,0	100,8	99,4	4
Br			99,6	104,0	97,7	99,0	99,7	4
				Durchschnittskurve der 3 älteren Kinder:				
			98,6	101,9	99,4	99,8	100,3	
R			94,0	101,0	99,1	101,4	104,5	3
Sch			98,9	102,4	96,7	103,0	99,0	2
W			94,3	109,8	102,7	95,8	97,4	2
Ba			94,7	96,3	98,6	103,5	106,8	3
				Durchschnittskurve der 4 jüngeren Kinder:				
			95,5	102,4	99,3	100,9	101,9	
				Durchschnittskurve aller 7 Kinder:				
			96,8	102,2	99,3	100,4	101,2	

Folge, daß nicht allen Wochentagen, sondern allen Wochen gleiches Gewicht erteilt wurde.

Die folgende Tabelle 2 zeigt für jede Versuchsperson die in der beschriebenen Weise berechnete Hauptkurve des Vormittags.

Tabelle 2.

V.-P.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	Zahl der Versuchstage
(Reihe 2 s. Anm. 1).								
A.	104,9	100,3	99,2	99,0	98,3	98,5	99,8	9
B.	105,6	101,1	99,2	98,8	98,8	97,3	99,3	9
(Reihe 3.)								
E.	98,0	101,6	102,2	100,9	100,1	98,3	99,0	4
B.	96,3	98,8	103,2	101,6	100,0	99,8	100,4	4
(Reihe 4.)								
An.			99,4	99,4	101,7	100,6	99,0	14
Ar. (s. Anm. 2)			99,1	100,9	102,0	100,2	97,7	10
Br.			98,7	100,3	101,6	100,9	98,5	14
R.			92,1	99,4	106,3	103,9	98,4	12
Sch.			95,7	100,5	104,3	102,1	97,4	13
W.			94,1	100,1	101,4	102,1	102,3	15
Ba.			89,1	99,6	101,5	101,9	107,9	14
(Reihe 5.)								
C.	99,0	101,6	101,3	102,1	99,8	98,3	98,0	18
D.	96,8	101,0	102,5	102,7	99,9	98,9	98,2	18

Anmerkung 1: Bei Reihe 2 wurde die für 350 Additionen verbrauchte Zeit gemessen (S. 25). Die Zahlen der Tabelle entsprechen mithin nicht dem Index, sondern seinem reziproken Wert; und wenn im Text vom Steigen des Index die Rede ist, so bedeutet das für diese Reihe ein Sinken der Zahlen; und umgekehrt.

Anmerkung 2. Die 3 Wochendurchschnitte der Versuchsperson Ar. (Reihe 4) lauten:

102,2	98,2	100,0	101,9	97,6
99,5	101,7	101,7	99,9	97,2
98,8	100,1	102,3	100,6	98,3

Wie man sieht, unterscheidet sich die erste Woche durch ihren Anfangswert nicht nur von den übrigen Kurven dieser Versuchsperson, sondern auch von denen aller übrigen Versuchspersonen. Es ist also anzunehmen, daß ein außergewöhnlicher Umstand die Anfangswerte der ersten Woche beeinflusst hat (die Rohtabelle zeigt, daß 3 Tage an der Erscheinung beteiligt sind); leider war es nicht möglich, Ar. über etwaige Ursachen

Kriterium, wenn man die Kurven der Reihen 3 und 5 resp. die Kurven der jüngeren und älteren Kinder untereinander vergleicht.

Die Kurve der Erwachsenen steigt vom Anfang bis zum Ende, sodaß jeder folgende Wert höher ist als der vorhergehende [1]); die höchste Erhebung über den Anfangswert beträgt 1,9 % des Tagesdurchschnitts.

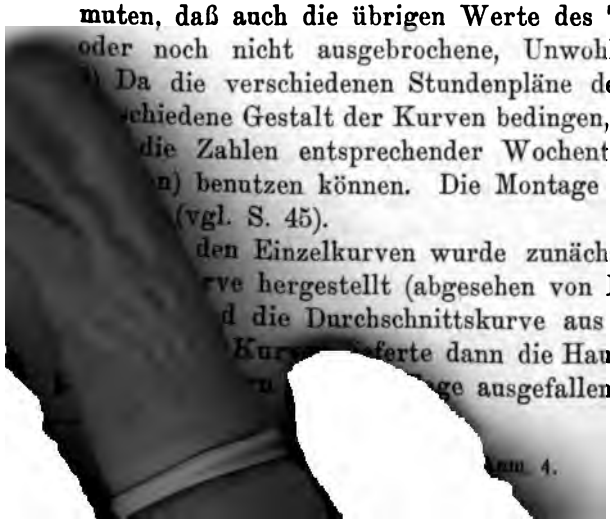
Die Kurve der Kinder steigt vom 1. zum 2. Versuch um 5,4 % des Tagesdurchschnitts, sinkt beim 3. Versuch um etwa die Hälfte dieses Betrages und steigt bis zum letzten Versuch nicht ganz wieder auf das erste Maximum. Daß die Einsenkung in der Mitte nicht zufälligen Schwankungen ihre Entstehung verdankt, geht aus der Übereinstimmung der jüngeren und der älteren Kinder hervor. Übrigens zeigt auch Reihe 3 eine gewisse Einsenkung in der Mitte.

Es sei auf die Übereinstimmung meiner Resultate mit den von Rivers und Kraepelin sowie von Römer erhaltenen Kurven hingewiesen (s. § 21 und § 23). Eine eingehendere Vergleichung ist nicht möglich, weil bei jenen Versuchsreihen durch die längere Dauer des Reagenzversuches (30′) das Agens und die Übungswirkung verändert wird.

§ 12. Die Vormittagskurven der Rechengeschwindigkeit.

II. Unterrichtskurven.

Auch hier wurden die Rohwerte zunächst mit $\frac{100}{m}$ multipliziert, wo m die auf S. 46 angegebene Bedeutung hat. Unvollständige Tage wurden auch hier ganz verworfen. Ihre Lücken durch Interpolation auszufüllen, war aus 2 Gründen nicht ratsam: 1) Bei den durch Unwohlsein entstandenen Lücken — und sie bilden die Mehrzahl — kann man vermuten, daß auch die übrigen Werte des Tages durch das, überstandene oder noch nicht ausgebrochene, Unwohlsein beeinflußt worden sind.



[1]) Da die verschiedenen Stundenpläne der einzelnen Tage auch etwas ...schiedene Gestalt der Kurven bedingen, so hätte man zur Interpolation ...die Zahlen entsprechender Wochentage (also höchstens von zwei ...n) benutzen können. Die Montage der Reihe 4 wurden ganz ver... (vgl. S. 45).

...den Einzelkurven wurde zunächst für jede Woche die Durch... ...rve hergestellt (abgesehen von Reihe 3, die nur 4 Arbeitstage ...d die Durchschnittskurve aus den für die einzelnen Wochen ...Kur... ...ferte dann die Hauptkurve für die betr. Versuchs... ...ge ausgefallen sind, hatte dieses Verfahren

...am. 4.

zur Folge, daß nicht allen Wochentagen, sondern allen Wochen gleiches Gewicht erteilt wurde.

Die folgende Tabelle 2 zeigt für jede Versuchsperson die in der beschriebenen Weise berechnete Hauptkurve des Vormittags.

Tabelle 2.

V.-P.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	Zahl der Versuchstage
(Reihe 2 s. Anm. 1).								
A.	104,9	100,3	99,2	99,0	98,3	98,5	99,8	9
B.	105,6	101,1	99,2	98,8	98,8	97,3	99,3	9
(Reihe 3.)								
E.	98,0	101,6	102,2	100,9	100,1	98,3	99,0	4
B.	96,3	98,8	103,2	101,6	100,0	99,8	100,4	4
(Reihe 4.)								
An.			99,4	99,4	101,7	100,6	99,0	14
Ar. (s. Anm. 2)			99,1	100,9	102,0	100,2	97,7	10
Br.			98,7	100,3	101,6	100,9	98,5	14
R.			92,1	99,4	106,3	103,9	98,4	12
Sch.			95,7	100,5	104,3	102,1	97,4	13
W.			94,1	100,1	101,4	102,1	102,3	15
Ba.			89,1	99,6	101,5	101,9	107,9	14
(Reihe 5.)								
C.	99,0	101,6	101,3	102,1	99,8	98,3	98,0	18
D.	96,8	101,0	102,5	102,7	99,9	98,9	98,2	18

Anmerkung 1: Bei Reihe 2 wurde die für 350 Additionen verbrauchte Zeit gemessen (S. 25). Die Zahlen der Tabelle entsprechen mithin nicht dem Index, sondern seinem reziproken Wert; und wenn im Text vom Steigen des Index die Rede ist, so bedeutet das für diese Reihe ein Sinken der Zahlen; und umgekehrt.

Anmerkung 2. Die 3 Wochendurchschnitte der Versuchsperson Ar. (Reihe 4) lauten:

102,2	98,2	100,0	101,9	97,6
99,5	101,7	101,7	99,9	97,2
98,8	100,1	102,3	100,6	98,3

Wie man sicht, unterscheidet sich die erste Woche durch ihren Anfangswert nicht nur von den übrigen Kurven dieser Versuchsperson, sondern auch von denen aller übrigen Versuchspersonen. Es ist also anzunehmen, daß ein außergewöhnlicher Umstand die Anfangswerte der ersten Woche beeinflusst hat (die Rohtabelle zeigt, daß 3 Tage an der Erscheinung beteiligt sind); leider war es nicht möglich, Ar. über etwaige Ursachen

auszufragen"; möglicherweise liegt die Erklärung in der zweistündigen „Arbeitszeit", welche bei An. und Ar. (s. S. 56) dem Unterricht voranging. Bildet man für Ar. den Durchschnittswert aus allen 3 Wochen, so erhält man

100,2 100,0 101,3 100,8 97,7

also eine Kurve, deren aufsteigender Ast unregelmässig verläuft. Ich habe mich deshalb entschlossen, die erste Woche ganz zu verwerfen, und die Tabelle zeigt die aus den beiden letzten Wochen gewonnenen Durchschnittskurven.

Die allgemeine Form der Kurven läßt sich in folgender Weise beschreiben: Vom Anfangswert ab findet ein regelmäßiger Anstieg bis zum Maximum statt, d. h. ein Anstieg von der Art, daß wirklich jeder folgende Wert höher ist als der vorhergehende[1]): vom Maximum bis zum Endwert findet ebenso ein regelmäßiges Sinken statt[2]); soweit das Maximum mit dem Endwerte zusammenfällt, fehlt natürlich der absteigende Teil der Kurve.

Ehe wir zur näheren Betrachtung der Kurven schreiten, soll noch einmal auf den Endzweck der Untersuchung hingewiesen werden. Er liegt natürlich nicht in der bloßen Feststellung der Werte, welche der Index zu den verschiedenen Versuchszeiten annimmt; denn die betreffenden Versuchszeiten sind ja aus dem Laufe des Vormittags nur herausgegriffen worden, weil sie bequemer waren als andere Zeiten. Worauf es ankommt, ist: den Wert des Index für jede beliebige Zeit des Vormittags angeben zu können.; natürlich muß dabei vorläufig von der Pausenwirkung abgesehen werden, und es gelten unsere Kurven auch nicht für jeden einzelnen Wochentag, sondern gewissermaßen für einen Idealtag, dessen Agentien aus denen der 6 verschiedenen Wochentage kombiniert sind.

Wir müssen also an dieser Stelle zwei Begriffe scharf auseinander halten, welche in den vorhergehenden und den folgenden Ausführungen nicht unterschieden werden: die Reihenfolge von Beobachtungswerten einerseits und die „wirkliche" Kurve andrerseits, welche man aus den Beobachtungswerten gewinnen will. Soll nun die Reihenfolge der Beobachtungswerte wirklich charakteristisch sein für die Kurven, so muß man annehmen können, daß der Verlauf des Indexwertes zwischen zwei Beobachtungswerten nur innerhalb enger Grenzen von der geraden linie abweicht, abgesehen von der sofort zu besprechenden Gegend des aximum. Wir hatten oben konstatiert, daß die Änderung der Beachtungswerte innerhalb eines (auf- oder absteigenden) Astes im allgemeinen stets dieselbe Richtung behält; darauf gründet sich die Berechtigung der eben erwähnten Annahme für unseren Fall. Eine Aus-

1) Eine Ausnahme bei C (Reihe 5).
2) bei B und E (Reihe 3).

nahme bildet natürlich die nächste Umgebung des maximalen Beobachtungswertes. Denn da das Maximum der wirklichen Kurve nicht gerade mit dem maximalen Beobachtungswerte zusammenfallen wird, so muß es zwischen diesem und seinem rechten oder linken Nachbar liegen. Desgleichen gilt die Annahme nicht für die oben erwähnten Fälle, in denen die Beobachtungswerte nicht regelmäßig steigen oder sinken, sofern solche Fälle nicht auf Störungen der Versuche zurückzuführen sind. Wenn wir über die den Index bestimmenden Prozesse etwas Näheres wüßten, so könnte man außer der eben begründeten Annahme noch andere weitergehende einführen und mit ihrer Hilfe über die Krümmung der Kurven in den beiden Ästen etwas aussagen, oder im günstigsten Falle sogar nach einem Interpolationsverfahren eine Formel gewinnen, welche den Wert des Index zu jeder beliebigen Zeit liefert. Dazu müßte sich allerdings die mittlere Variation der Beobachtungswerte in gewissen Grenzen halten. Da wir indessen keine genügenden Anhaltspunkte zu derartigen Annahmen besitzen, so soll auf solche Möglichkeiten gar nicht eingegangen werden.

Wir werden also von jetzt ab wieder von der Reihe der Beobachtungswerte schlechthin als von der Kurve reden. Nachdem auf eine Bestimmung der Krümmung dieser Kurve Verzicht geleistet wurde, konzentriert sich das Interesse auf 3 Punkte: den Anfang, das Maximum und das Ende. Dementsprechend werden wir folgende 3 Größen zu untersuchen haben: 1) die Lage des Maximum, d. h. seinen zeitlichen Abstand vom Anfang; 2) die Differenz zwischen dem Anfangswert und dem Maximum; 3) die Differenz zwischen dem Anfangswerte und dem Endwerte. Die folgenden Ausführungen sollen mit der Berechnung und der Natur dieser Größen näher vertraut machen.

1. Wir bezeichnen die Lage des Anfangswertes mit 1, die des folgenden mit 2 u. s. f., und werden die Tatsache, daß der höchste Beobachtungswert z. B. auf den 3. Versuch (2 Stunden nach dem Anfang) fällt, mit den Worten ausdrücken: „Das Maximum liegt bei 3“. Nun soll aber in den folgenden Ausführungen auch noch das Verhalten der dem Maximum unmittelbar benachbarten Werte mit berücksichtigt werden; und zwar in folgender Weise: wenn das Maximum bei 3 liegt, und der Wert des 4. Versuches liegt dem maximalen Werte näher als der des 2. Versuches, so wollen wir sagen: „Das Maximum liegt bei 3,3“. Wenn dagegen der Wert des 2. Versuches dem maximalen (dritten) näher liegt als der des 4., so wollen wir sagen: „Das Maximum liegt bei 2,7“. (Diese Redeweise enthält eigentlich eine Inkonsequenz; denn da die Zahlen 1, 2, 3 . . . nicht mehr als laufende Nummern, sondern als Abszissenwerte gebraucht werden, so müßte füglich dem 1. Versuch

die Zahl Null zugeordnet werden; doch dient die Bequemlichkeit der Handhabung als Entschuldigung.) Diese Art der Berücksichtigung der Nachbarwerte ist darum etwas roh, weil das quantitative Verhältnis der beiden Differenzen zwischen dem Maximum und seinen beiden Nachbarn nicht beachtet wird; doch liegt eine erschöpfende Behandlung dieser Beziehung hier nicht in der Absicht. Ausdrücklich sei bemerkt, daß unsere Ausdrucksweise nur als solche und wegen ihrer bequemen Handhabung im Text und in den Tabellen ihre Berechtigung findet; keineswegs darf man mit diesen „Abscissen" des Maximum wie mit wirklichen Zahlen rechen. Insbesondere hat unsere Art der Betrachtung nichts mit Annahmen über die Lage des Maximum der „wirklichen" Kurve zu tun, und wenn eine Konstellation von Werten kurz durch „Maximum bei 3,3" bezeichnet wird, so soll das nicht etwa heißen, der Index erreiche 2 Stunden und 20 Minuten nach dem ersten Versuche seinen höchsten Wert. Selbstverständlich wird das gegenseitige Größenverhältnis der maximalen Werte von Einfluß auf die Lage jenes Maximum der „wirklichen" Kurve sein; aber in welcher Weise, darüber enthalten wir uns jeder Annahme. Will man sich über die Variation der Lage des Maximum ein Urteil verschaffen, so kann man dazu die Kurven der einzelnen Versuchstage nicht gut gebrauchen; denn diese verlaufen absolut unregelmäßig. Dagegen bieten die aus den Durchschnitten der einzelnen Wochen genommenen Kurven im allgemeinen den Charakter der Hauptkurve mit regelmäßig steigendem und regelmäßig sinkendem Ast; ich wählte also aus diesen Kurven diejenige aus, deren Maximum dem Anfang am nächsten liegt, sowie diejenige, deren Maximum dem Ende am nächsten liegt, und teile die Lagen dieser beiden Maxima zur Charakteristik der Variation mit unter der Bezeichnung „unterer" resp. „oberer" Grenzwert.

2. Die Differenz zwischen dem Anfangswert und dem maximalen Beobachtungswert repräsentiert natürlich nur eine untere Grenze für die Erhebung der „wirklichen" Kurve; eine obere Grenze dazu vermögen wir nicht anzugeben. Wenn man über die Variation dieser Differenz Auskunft gewinnen will, so geht es nicht an, die mittlere Variation der Differenz zwischen dem Anfangswert und dem maximalen Wert der Hauptkurven aus den täglichen Beobachtungen zu berechnen; denn die Kurven der einzelnen Versuchstage verlaufen ganz unregelmäßig, und die Durchschnittskurven der einzelnen Wochen stimmen hinsichtlich der Lage des Maximum untereinander nicht bei allen Versuchspersonen überein. Wir werden uns auch hier an die Fraktionierung [illegible]chen halten und den größten sowie den kleinsten aus den [illegible]schnitten erhaltenen Wert jener Differenz angeben. Freilich

spricht hierbei die Übung mit, doch nicht mehr wie bei jedem andern Streuungsmaß dieses Versuchsgebiets.

3. Die Differenz zwischen dem Anfangswert und dem Endwert hat ihre Bedeutung darin, daß sie den Gesamteffekt des mit Unterricht besetzten Vormittags repräsentiert. Sie wird gefälscht durch den bei allen psychologischen Versuchen zu beobachtenden Anfangs- und Schlußantrieb (vgl. S. 41). Die Variation soll hier sowohl durch den größten und kleinsten Wert im Wochendurchschnitt als auch durch Berechnung der mittleren Variation charakterisiert werden.

Anmerkung 1 zu Tabelle 3. In dieser und allen folgenden Tabellen sind die Vorzeichen so bestimmt, daß der zeitlich vorhergehende Wert von dem zeitlich folgenden subtrahiert ist.

Anmerkung 2 zu Tabelle 3. Bei Reihe 2 verhalten sich die beobachteten Zahlenwerte umgekehrt wie die Indexwerte (vergl. S. 49). Die Vorzeichen der in der Tabelle aufgeführten Differenzen sind nach dem Verhalten der Indexwerte bestimmt.

Anmerkung 3 zu Tabelle 3. Die Hauptwerte in dieser und in allen folgenden Tabellen sind, sofern die mittlere Variation dazu angegeben, als arithmetische Mittel aus allen Beobachtungswerten bestimmt, sofern die mittlere Variation nicht angegeben, als Durchschnitte aus den 2 resp. 3 Wochendurchschnitten (vergl. S. 48) berechnet.

Anmerkung 4 zu Tabelle 3. Bei Reihe 3 sind keine extremen Werte angegeben weil diese Reihe nur aus vier Unterrichtstagen besteht.

Anmerkung 5 zu Tabelle 3. Zu den in dieser und einigen folgenden Tabellen enthaltenen Angaben über die mittlere Variation sei folgendes bemerkt: 1) die mittlere Variation ist mit durch die zufälligen Schwankungen des Agens bedingt, welche jedenfalls erhebliche sind, sich aber jeder genaueren Beurteilung entziehn: 2) legt man den Beobachtungswerten ein Verteilungsgesetz zu Grunde, und berechnet den wahrscheinlichen Fehler, so erhält man unter allen Umständen Zahlen, die kleiner sind als die in den Tabellen angeführten Werte der mittleren Variation.

Tabelle 3 (s. S. 51 ff.).

V.-P.	Lage des Maximum: Hauptwert	Lage des Maximum: Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: unt. Grenzwert	Lage des Maximum: Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: ob. Grenzwert	Differenz zwischen Maximum[1]) und Anfangswert: Hauptwert	Differenz zwischen Maximum[1]) und Anfangswert: Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: größter Wert	Differenz zwischen Maximum[1]) und Anfangswert: Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: kleinst. Wert	Differenz zwischen Anfangs- und Endwert: Hauptwert	Differenz zwischen Anfangs- und Endwert: Mittlere Variation d Hauptwertes	Differenz zwischen Anfangs- und Endwert: Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: größter Wert	Differenz zwischen Anfangs- und Endwert: Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: kleinster Wert
(Reihe 2)										
A.	5,3	5,3 (1. Woche)	5,7 (2. Woche)	6,59	7,70 (1. W.)	5,88 (2. W.)	+ 5,01	2,657	+ 6,03 (1. W.)	+ 4,20 (2. W.)
B.	5,7	5,7 (1. u. 2. „)	5,7 (1. „)	8,22	8,52 (1. „)	7,92 (2. „)	+ 6,33	3,541	+ 6,54 (2. „)	+ 6,07 (1. „)
(Reihe 3)										
E.	3,3			4,18			+ 1,04	1,997		
B.	3,3			6,90			+ 4,11	3,832		
(Reihe 4)										
An.	3,3	2,7 (2. „)	3,7 (3. „)	2,36	4,64 (2. „)	1,07 (3. „)	— 0,18	2,319	+ 1,38 (2. „)	— 3,32 (3. „)
Ar.	2,7	2,7 (2. „)	3,3 (3. „)	2,86	3,46 (3. „)	2,27 (2. „)	— 1,39	4,460	— 0,54 (3. „)	— 2,25 (2. „)
Br.	3,3	2,3 (2. „)	3,7 (1. „)	2,95	4,63 (1. „)	2,48 (2. „)	+ 0,01	3,547	+ 3,69 (1. „)	— 2,28 (3. „)
R.	3,3	3,3 (1.,2.,3. „)	3,3 (1.,2.,3. „)	14,20	22,61 (1. „)	8,50 (2. „)	+ 6,29	8,237	+13,74 (1. „)	+ 2,35 (3. „)
Sch.	3,3	2,7 (1. „)	3,7 (3. „)	8,58	10,83 (2. „)	5,34 (3. „)	+ 1,82	2,208	+ 3,01 (2. „)	— 0,52 (3. „)
W.	5,0	4,3 (3. „)	5,0 (1. u. 2. „)	8,27	11,33 (3. „)	4,98 (1. „)	+ 8,27	7,100	+10,35 (2. „)	+ 4,98 (1. „)
Ba.	5,0	5,0 (1.,2.,3. „)	5,0 (1 ,2.,3. „)	18,86	27,73 (1. „)	12,27 (2. „)	+19,33	7,324	+27,73 (1. „)	+12,27 (2. „)
(Reihe 5)										
C.	3,7	2,3 (2. „)	4,3 (1. „)	3,12	5,26 (2. „)	1,16 (1. „)	— 0,94	3,594	+ 0,26 (1. „)	— 3,00 (2. „)
D.	3,7	3,3 (2. „)	3,7 (1. u. 3. „)	5,95	7,20 (1. „)	5,67 (2. „)	+ 1,44	3.637	+ 4,06 (3. „)	— 0,18 (1. „)

1) Für Reihe 2 müßte es heißen: zwischen demjenigen Wert der Kurve, welcher dem Maximum des Index entspricht, und d[illegible] Anfangswert.

Faßt man in Tabelle 3 die Lage des Maximum ins Auge, so zerfallen die Kurven in zwei scharf getrennte Gruppen, nämlich A und B (Reihe 2) nebst W und Ba (Reihe 4) einerseits, gegenüber B und E (Reihe 3) nebst An, Ar, Br, Sch (Reihe 4) sowie C und D (Reihe 5) andererseits. Bei der ersteren, kleineren Gruppe liegt das Maximum durchschnittlich bei 5, und wir wollen sie die Kurven mit langem Anstieg nennen; bei der letzten, größeren Gruppe liegt das Maximum durchschnittlich bei 3, und wir wollen sie die Kurven mit kurzem Anstieg nennen. Die Behauptung, daß die beiden Gruppen scharf von einander geschieden seien, wird näher präzisiert durch folgende Feststellungen: 1. es besteht kein Übergang zwischen beiden Gruppen; bei den Kurven mit kurzem Anstieg bedeutet 3,7 die größte Annäherung des Maximum an das Ende, während bei den Kurven mit langem Anstieg 5,0 die größte Annäherung an den Anfang bedeutet; 2. auch in ihren extremen Werten bleiben die Gruppen getrennt; die Kurven mit kurzem Anstieg erreichen nur einmal 4,3 (bei C, 3. Woche) als oberen Grenzwert, während die Kurven mit langem Anstieg nur einmal 4,3 (bei W, 3. Woche) als unteren Grenzwert erreichen. Die beiden Gruppen sind also jedenfalls getrennt zu besprechen.

Die Kurven mit kurzem Anstieg bewahren auch bei näherer Betrachtung einen gemeinschaftlichen Charakter; ich vermag sie z. Zt. nur durch die S. 56 gegebenen Mitteilungen zu differenzieren.

Die Kurven mit langem Anstieg zerfallen in zwei Gruppen: A und B (Reihe 2) einerseits und W und Ba (Reihe 4) andererseits. A und B nehmen nämlich durch die in Reihe 2 benutzte Rechenmethode c (vgl. S. 20f.) eine Sonderstellung ein: es wird bei der Methode c das Arbeitsquantum vorgeschrieben und nicht, wie bei den übrigen Methoden, die Arbeitszeit. Daß dieser Umstand die Gestalt der Kurve bestimmt habe, stellt sich einerseits als höchst wahrscheinlich dar, wenn man bedenkt, wie durch die Festlegung des Arbeitsquantums die gesamte Einstellung der Versuchsperson eine andere wird, wie der Wetteifer zwischen den Personen durch die Möglichkeit, früher fertig zu werden, angespornt wird u. a. m.; andererseits ist auch eine andere Erklärung nicht gut möglich, da B in Reihe 3 nach der Methode d eine Kurve mit kurzem Anstieg liefert. Für W und Ba ist es nicht möglich, einen gemeinsamen Grund ihres abweichenden Verhaltens mit einiger Wahrscheinlichkeit nachzuweisen, und es muß also fraglich bleiben, ob sie überhaupt eineu einheitlichen Typus vertreten; jedenfalls würde dann dieser Typus sehr viel seltener sein, als der durch die Kurven mit kurzem Anstieg repräsentierte. Vorläufig sollen W und Ba gemeinsam behandelt werden.

Sieht man von allen bloßen Vermutungen ab, so könnten zwei Tatsachen für die Besonderheit der Kurven von W und Ba verantwortlich gemacht werden: 1) W und Ba besitzen von allen Versuchspersonen die größten Übungsmaße und es könnte demgemäß durch einen größeren Einfluß der Übung das Maximum so weit gegen Ende verlegt und zugleich in die Höhe getrieben worden sein; 2) W und Ba sind von allen Versuchspersonen am wenigsten geistig entwickelt (Ba wegen seiner Jugend und W aus anderen Gründen), und es könnte deswegen ihr Verhalten im Unterricht, also die Natur des Agens, anders gewesen sein als bei den anderen Versuchspersonen. Die letztere Möglichkeit muß ich auf sich beruhen lassen, weil es mir an objektiven Entscheidungsgründen fehlt. Die erstere Möglichkeit glaube ich ablehnen zu müssen aus folgenden Gründen: a) Wie auf S. 40 bemerkt, ist der aus dem Übungsmaß berechnete Übungsfortschritt von einem Versuchstag zum andern nicht einmal so groß wie der Ausschlag vom 1. zum 2. Versuch. b) Sch. hat am Anfang der Versuchsreihe ein größeres Übungsmaß als Ba am Ende derselben (Tab. 14); trotzdem liefert Sch. jederzeit eine Kurve mit kurzem Anstieg und Ba jederzeit eine Kurve mit langem Anstieg. c) Auch die Ruhekurven von W und Ba wollen nicht recht zu der Annahme einer so starken Übungswirkung passen.

Ich gehe nun über zur genaueren Betrachtung der Kurven und zwar bediene ich mich dabei der eben besprochenen Einteilung in Gruppen.

I. Die Kurven mit kurzem Anstieg.

Da die Kurven der Reihe 4 sich über vier Stunden Unterricht erstrecken, die der Reihen 3 und 5 dagegen über 6, so teile ich für die letzteren als neuen Wert die Differenz zwischen dem Anfangswert und dem des 5. Versuchs mit, sodaß alle Versuchspersonen hinsichtlich der Wirkung von 4 Unterrichtsstunden mit einander verglichen werden können. Die Differenz beträgt für B. 3,70, für E. 2,13, für C. 0,85, für D. 3,17 und ist überall positiv im Sinne der für Tabelle 5 gegebenen Bestimmung.

Ich gebe zunächst einige Mitteilungen, welche für die Beurteilung der einzelnen Personen von Wichtigkeit sind.

1) C. ist nervös. Die geringe Erhebung des Maximum sowie der niedrige Endwert stehen vermutlich im Zusammenhange damit.

2) An. und Ar. wohnen in einem Internat, wo sie morgens von 6 bis 8 Uhr „Arbeitsstunde“ haben, sodaß also für sie der Unterricht nicht die erste Arbeit am Tage ist.

3) R. und Sch. nehmen durch ihre außerordentlich große Übungsmaße (§ 18) eine exzeptionelle Stellung ein.

4) C., D., B. und E. sind 18—19jährig; An. und Ar. und Br. sind 14jährig; R. und Sch. 9jährig.

5) Die Werte von Ar. sind nur aus den beiden letzten Wochen gewonnen (S. 49).

Folgende sind die Resultate, welche sich aus Tabelle 3 für die Kurven mit kurzem Anstieg ablesen lassen.

1) Der Index erreicht frühestens nach 2, spätestens nach 3 Stunden Unterricht sein Maximum.

2) Die Erhebung des Maximum über den Anfangswert beträgt wenigstens 2,36, höchstens 14,20, im Mittel rund 4.

3) Nach 4 Stunden Unterricht liegt der Index im allgemeinen noch höher als zu Anfang. Eine Ausnahme bilden nur Ar. und An., welche 2 Stunden vor Beginn des Unterrichts „Arbeitsstunde" hatten. Die Erhebung über den Anfang beträgt im Maximum 6,3, im Minimum 0,01, im Mittel etwa 2; die tiefste Senkung unter den Anfangswert beträgt 1,39.

4) Nach 6 Stunden Unterricht liegt der Index im allgemeinen immer noch höher als zu Anfang. Eine Ausnahme bildet nur C. (nervös). Die höchste Erhebung liegt bei 4,11, die kleinste bei 1,04, das Mittel bei 1,5. Die einzige negative Abweichung beträgt — 0,94.

II. Die Kurven mit langem Anstieg.

a. A. und B. (Reihe 2).

1) Das Maximum liegt bei 5,3 bezw. 5,7, ist also etwa nach 4 Stunden erreicht.

2) Die Differenz zwischen dem Anfangswert und demjenigen Punkt der mitgeteilten Kurve, welcher dem Maximum des Index entspricht, beträgt 6,6 bezw. 8,2.

3) Die Differenz zwischen dem Anfangs- und Endwert der mitgeteilten Kurven beträgt 5,0 bezw. 6,3, und zwar liegt der Index am Ende höher als am Anfang.

b. W. und Ba. (Reihe 4). Das Maximum liegt bei 5, d. h. ganz am Ende der Kurve, seine Erhebung beträgt 8,3 bezw. 18,9.

Es sei darauf aufmerksam gemacht, wie gering die Differenzen zwischen Anfangs- und Endwerten im allgemeinen sind, und daß man also eine Versuchsreihe, bei welcher nur diese beiden Werte gemessen worden wären, vermutlich nach 8 Tagen aus Mangel an Resultaten aufgegeben hätte. Man sieht, wie notwendig es ist, sich davon zu überzeugen, ob zwischen zwei Beobachtungswerten Maxima resp. Minima liegen.

Da im Vorstehenden die Versuchspersonen in mehrere Gruppen zerlegt worden sind, so wird es nachträglich nötig sein, zu untersuchen, wie die Ruhekurven der einzelnen Gruppen sich zu den in § 11 gewonnenen Durchschnittskurven verhalten. 1) Die in Reihe 2 gewonnenen Ruhekurven sind wertlos (S. 47). Nun hat aber die Versuchsperson B. in Reihe 3 eine Ruhekurve geliefert, welche außerordentlich glatt und charakteristisch verläuft; allerdings muß man nach den S. 55 gegebenen Ausführungen annahmen, daß die in Reihe 2 benutzte Variation der Reagenzmethode auch auf die Ruhekurve im Sinne einer Erhöhung gegen das Ende hingewirkt haben würde; indessen wird dadurch der allgemeine Charakter der Kurve kaum geändert, und so kann man die Kurve von B. in Reihe 3 mit Annäherung als die Ruhekurve für Reihe 2 ansehen.

2) Die durchschnittliche Ruhekurve für W. und Ba. ist: 94,50, 103,5, 100,65, 99,65, 102,10; sie unterscheidet sich ihrer Form nach nicht von den in § 11 besprochenen Durchschnittskurven der Kinder.

Ich gebe ohne weiteren Kommentar diejenigen Kurven, welche aus den beiden Sonntagen der Reihe 5 (vergl. S. 45) genommen sind:

C.: 102,36, 102,98, 102,96, 99,95, 96,71, 95,02 (2 Tage)
D.: 97,47, 102,99, 101,46, 103,03, 98,17, 96,86 (2 Tage).

§ 13. Die Nachmittagskurven der Rechengeschwindigkeit.

Nachmittagsversuche wurden nur in Reihe 4 angestellt. Bei den anderen Reihen verbot es sich von selbst, die Versuchspersonen, welche schon des Vormittags 7 mal in Anspruch genommen waren, auch des Nachmittags in ihrer Bewegungsfreiheit zu beschränken.

Die Durchschnittskurven wurden in derselben Weise, wie bei den Vormittagskurven gewonnen; die Rohwerte wurden hier mit $\frac{100}{m'}$ multipliziert, wo m' das arithmetische Mittel aus allen Werten des betr. Nachmittages ist. Verworfen wurden diejenigen Tage, an denen die Vormittagsversuche ganz ausgefallen waren, dagegen beibehalten diejenigen, von denen der Vormittag nur eine Lücke aufwies. Die Montage wurden ganz verworfen (s. S. 45).

(I) Ruhekurven (Tab. 4).

Die Kurven der einzelnen Versuchspersonen sind wie die Vormittagskurven durch zufällige Schwankungen entstellt. Die Durchschnittskurve der älteren Versuchspersonen und die der jüngeren Versuchspersonen zeigen übereinstimmend ein Sinken nach der ersten Stunde (im Durchschnitt um etwa 0,4) und ein Steigen vom 2. zum 3. Versuch (im Durchschnitt um 0,7), sodaß das Minimum bei 2, das Maximum bei 3 liegt.

(II) Die Unterrichtskurve (Tab. 5).

Die Kurven der Unterrichtstage steigen bei den meisten Versuchspersonen regelmäßig (vgl. S. 50). Nur bei An. und Ar. liegt der 4^h-Wert unter dem 3^h-Wert. Wir folgern wie in § 12, daß die „wirkliche Kurve" des Index sich der Kurve der Beobachtungswerte eng anschmiegt, und insbesondere nur ein Maximum aufweist; dieses muß hier also zwischen dem 3^h- und 4^h-Wert oder noch jenseits des 4^h-Wertes liegen. (NB. Für Ar. und An. allein würde man diese Folgerung nicht ziehen dürfen.)

Des weiteren wiederholen sich hier die Betrachtungen des § 12 bis zu dem Punkte, daß auch hier folgende Größen zu betrachten sind: 1) die Lage des Maximum; 2) die Differenz zwischen Anfangswert und Maximum; 3) die Differenz zwischen Anfangs- und Endwert.

Tabelle 4.

Ruhekurven.

V.-P.	2h	3h	4h	Zahl der Versuchstage
An.	98,95	100,16	100,89	3
Ar.	100,29	98,87	100,84	3
Br.	100,96	100,04	99,00	3
R.	96,32	105,75	97,93	3
Sch.	100,06	101,11	98,83	2
W.	102,08	96,24	101,68	3
Ba.	101,67	95,17	103,17	3
3 ältere Versuchspersonen	100,07	99,69	100,24	9 Tg. von 3 Versuchspersonen
4 jüngere Versuchspersonen	100,03	99,57	100,40	11 Tg. von 4 Versuchspersonen

Tabelle 5.

Unterrichtskurven.

V.-P.	2h	3h	4h	Zahl der Versuchstage
An.	99,14	100,50	100,35	9
Ar.	100,04	100,11	99,85	9
Br.	99,67	100,05	100,29	9
R.	96,18	100,19	103,64	9
Sch.	96,82	100,00	103,17	8
W.	97,07	99,97	102,96	9
Ba.	96,19	99,72	104,09	8

Tab. 6 zeigt diese Größen samt Angaben über die Streuung der Werte nach denselben Prinzipien wie Tab. 3. Nur wolle man bedenken, daß hier den Durchschnittskurven für die einzelnen Wochen, als nur von 3 Versuchstagen herrührend, ein weit geringeres Maß von Zuverlässigkeit innewohnt, und daß sie insbesondere nicht immer den regelmäßigen Verlauf zeigen.

Tabelle 6.

V.-P.	Lage des Maximum			Differenz zwischen Maximum und Anfangswert			Differenz zwischen Anfangs- und Endwert			
	Hauptwert	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte		Hauptwert	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte		Hauptwert	Mittlere Variation des Hauptwertes	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte	
		unt. Grenzwert	ober. Grenzwert		größter Wert	kleinster Wert			größter Wert	kleinster Wert
An.	2,3	1,7 (2. Woche)	3,0 (3. „)	1,36	3,04 (3. W.)	0,25 (2. W.)	+ 1.21	4,23	+ 3,04 (3. W.)	— 2,02 (2. W.)
Ar.	1,7	1,0 (1. u. 2. „)	2,3 (3. „)	0,07	3,63 (3. „)	0,00 (1.u.2. „)	— 0,19	6,33	+ 3,45 (3. „)	— 3,72 (2. „)
Br.	3,0	1,0 (2. „)	3,0 (1. „)	0,62	3,10 (3. „)	0,00 (2. „)	+ 0,63	4,00	+ 2,21 (1. „)	— 1,71 (2. „)
R.	3,0	1,0 (3. „)	3,0 (1. u. 2. „)	7,46	18,73 (1. „)	0,00 (3. „)	+ 7,46	11,52	+ 18,73 (1. „)	— 5,45 (3. „)
Sch.	3,0	2,3 (2. „)	3,0 (1. u. 3. „)	4,84	10,11 (1. „)	5,84 (2. „)	+ 4,86	6,01	+ 10,11 (1. „)	+ 0,67 (2. „)
W.	3,0	3,0 (1. 2. 3. „)	3,0 (1. 2. 3. „)	5,89	8,47 (3. „)	1,77 (2. „)	+ 5,90	4,24	+ 8,47 (3. „)	+ 1,77 (2. „)
Ba.	3,0	2,3 (2. „)	3,0 (1. u. 3. „)	8,58	16,68 (1. „)	4,92 (2. „)	+ 8,77	8,12	+ 16,68 (1. „)	+ 0,96 (2. „)

Folgende Resultate lassen sich aus der Tabelle 6 ablesen:

1) Die Rechengeschwindigkeit erreicht ihr Maximum frühestens nach einer Stunde (bei 1,7), in der Regel nach 2 Stunden (bei 3). Wann sie spätestens ihr Maximum erreicht, läßt sich nicht angeben, weil der Verlauf nach 4^h nicht untersucht ist und der 4^h-Wert nicht als Wendepunkt nachzuweisen ist. Der Umstand indessen, daß Ar. und An. schon um 3^h einen Wendepunkt aufweisen, und daß bei den Vormittagskurven spätestens nach 3 Stunden ein Wendepunkt eintritt, legt die Vermutung nahe, es möchte das beobachtete Maximum nicht weit von dem Maximum der „wirklichen" Nachmittagskurve entfernt liegen.

2) Das Maximum erhebt sich um mindestens 0,07, um höchstens 8,58, im Mittel um 4,84 über den Anfangswert.

3) Nach 2 Stunden Unterricht liegt der Index im allgemeinen höher als zu Anfang. Die positive Erhebung beträgt mindestens 0,63, höchstens 8,77, im Mittel rund 5; die einzige negative (Ar.) — 0,19.

Anmerkung: Sucht man nach einem Grunde für die Ausnahmestellung von Ar. und An., so wird man sich daran zu erinnern haben, daß beide auch Vormittags allein von allen Versuchspersonen eine negative Differenz zwischen Anfangs- und Endwert besitzen. Zur Erklärung könnte man daran denken, daß beide vor dem Beginn des Vormittagsunterricht 2 Stunden „Arbeitszeit" haben.

§ 14. Die Vormittagskurven der Auffassungsfähigkeit.

(Reihe 1.)

Die Berechnung der Kurven und charakteristischen Werte geschah nach den Prinzipien, die in § 11 S. 46 und § 12 S. 48 auseinandergesetzt sind.

Zu beachten ist für alle Tabellen, daß die Zahlen nicht den Index, sondern die Anzahl der Fehler wiedergeben und daß mithin (ähnlich wie in Reihe 2), wo vom Steigen des Index die Rede ist, ein Sinken der Zahlen zu Grunde liegt, und umgekehrt.

I. Ruhekurven (Tab. 7).

Obwohl für jede Versuchsperson 5 Versuchstage vorliegen, sind die Kurven der einzelnen Versuchspersonen doch offenbar durch zufällige Schwankungen entstellt. (Wegen der vermutlichen Ursachen s. § 10.) Die Durchschnittskurve für beide Versuchspersonen steigt abgesehen vom 11^h-Wert durchgehend (die in der Tabelle mitgeteilten Zahlen sinken dementsprechend und zwar um 21,5. Ob der 11^h-Wert den zufälligen Schwankungen zuzuschreiben ist, oder ob er eine ähnliche Rolle spielt, wie die Einsenkung bei den Ruhekurven der Rechengeschwindigkeit, muß ich dahingestellt sein lassen.

II. Unterrichtskurven.

Die Unterrichtskurven (Tab. 8) zeigen beide einen regelmäßig steigenden und darauf einen regelmäßig sinkenden Ast in dem S. 50 besprochenen Sinne. Wir leiten daraus entsprechend dem in § 12 eingeschlagenen Verfahren die Berechtigung zur Aufstellung der in Tab. 9 angegebenen Werte als der charakteristischen Zahlen der Kurve her und beschränken uns auch aus den dort angegebenen Gründen auf die Betrachtung dieser Größen.

Aus Tab. 9 läßt sich folgendes ablesen:

1) Die Auffassungsfähigkeit erreicht bei 3,3, also nach 2 Stunden Unterricht, ihr Maximum während des Vormittages.

2) Die Differenz zwischen dem Anfangswert und demjenigen Punkte der mitgeteilten Kurven, welcher dem Maximum des Index entspricht. beträgt bei A 34,6, bei B 9,2.

3) Die Differenz zwischen dem Anfangs- und Endwert der mitgeteilten Kurve beträgt bei A 1,3, bei B 1,0, und zwar liegt der Index am Ende niedriger als am Anfang.

Tabelle 7.
Ruhetage.

V.-P.	7h	8h	9h	10h	11h	12h	Zahl der Versuchstage
A.	116,7	106,7	87,0	97,1	102,6	89,8	5
B.	108,4	88,5	108,1	95,5	107,2	92,2	5
Mittel	112,5	97,6	97,5	96,3	104,9	91,0	zusammen 10 Tage von 2 Versuchspersonen

Tabelle 8.
Unterrichtstage.

V.-P.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	Zahl der Versuchstage
A.	113,5	94,1	78,9	91,2	98,5	108,7	114,9	17
B.	104,5	97,6	95,3	96,9	98,2	101,5	106,0	17

Tabelle 9.

V.-P.	Lage des Maximum			Differenz zwischen Maximum [1]) und Anfangswert			Differenz zwischen Anfangs- und Endwert			
	Hauptwert	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte		Hauptwert	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte		Hauptwert	Mittlere Variation d. Hauptwertes	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte	
		unt. Grenzwert	ober. Grenzwert		größter Wert	kleinsterWert			größter Wert	kleinster Wert
A.	3,3	2,7 (2. Woche)	3,7 (1. Woche)	34,6	52,7 (3. W.)	21,5 (1. W.)	— 1,3	27,27	+ 2,1 (3. W.)	— 4,4 (1. W.)
B.	3,3	2,7 (1. „)	4,3 (2. „)	9,2	17,5 (2. „)	9,1 (3. „)	— 1,0	16,26	+ 7,8 (3. „)	— 9,3 (1. „)

1) Genauer: zwischen demjenigen Punkt der Kurve, welcher dem Maximum entspricht und dem Anfangswert.

§ 15. Die Kurven der Rechengeschwindigkeit von 8^h Vormittags bis 4^h Nachmittags.

Aus Reihe 4 wurden diejenigen Tage ausgewählt, welche Vor- und Nachmittagsversuche enthalten, ohne daß ein Versuch ausgefallen wäre. (Die Montage blieben ausgeschlossen, vgl. S. 45.) Die Berechnung der Durchschnittskurven erfolgte in der Weise, daß zunächst für jede Woche aus den Rohwerten für jede der 8 Konstellationen eines Versuchstages das bzw. mit a_1, a_2 ... a_8 zu bezeichnende arithmetische Mittel berechnet und jeder dieser a-Werte mit $\frac{100}{\frac{1}{8}(a_1 + a_2 + \ldots a_8)}$ multipliziert wurde. Auf Grund der so berechneten und in Prozentsätzen des Tagesmittels ausgedrückten a-Werte der verschiedenen Wochen wurde dann, indem die a-Werte der verschiedenen Wochen mit gleichem Gewicht angesetzt wurden, die Durchschnittskurve für die betr. Versuchsperson konstruiert. Bei der Betrachtung dieser in Tab. 10 wiedergegebenen Kurven muß man sich gegenwärtig halten, daß sie zwischen 12^h und 2^h keinen Beobachtungswert enthalten und daß wir über den Verlauf des Index während dieser Zeit bis jetzt nichts wissen.

Die Diskussion der Resultate wird sich mit folgenden Größen zu beschäftigen haben: 1) Die Differenz zwischen der Durchschnittsleistung des Vormittags und des Nachmittags. 2) Die Differenz zwischen dem 12^h- und dem 2^h-Wert. 3) Die Differenz zwischen dem Maximum des Vormittags und dem des Nachmittags.

Tabelle 11 zeigt diese Größen samt Angaben über die Streuung der Werte, welche die extremen Wochenwerte und, soweit dies möglich, die mittlere Variation bringen. Hinsichtlich der extremen Werte der Differenz der Maxima ist freilich darauf aufmerksam zu machen, daß die Wochendurchschnittskurven nicht immer regelmäßig verlaufen. Folgendes diene zur Orientierung über die zu diskutierenden Größen.

1) Die Differenz zwischen den Durchschnittsleistungen des Vormittags und des Nachmittags ist in doppelter Hinsicht interessant.

a) Es könnte für praktische Fragen evtl. wichtig sein, zu erfahren, ob der Index in den untersuchten Nachmittagsstunden durchschnittlich höher oder niedriger ausfällt als am Vormittage. Natürlich muß man sich davor hüten, das erhaltene Resultat auf den ganzen Nachmittag auszudehnen; denn dazu müßte man erst wissen, wie der Index nach 4^h verläuft.

b) Man kann aus der Differenz Schlüsse betreffs der Wirkungen des Vormittagsunterrichts auf den Nachmittag ziehen. Allerdings müßte man dazu die entsprechenden Ruheversuche anstellen, bei denen also der Vormittag nach Art der Ruhetage, der Nachmittag nach Art der

Tabelle 10.

V.-P.	8h	9h	10h	11h	12h	2h	3h	4h	Zahl der Versuchstage
An.	99,09	99,74	101,12	101,40	99,21	99,30	100,54	99,61	8
Ar.	99,40	101,32	100,25	100,58	98,76	99,97	99,97	99,74	9
Br.	99,92	100,85	103,22	101,36	99,55	98,06	98,38	98,68	9
R.	95,89	97,74	106,60	105,46	100,58	91,93	99,21	102,58	7
Sch.	97,10	102,26	104,39	104,44	97,91	94,49	98,59	100,85	6
W.	91,39	101,67	101,22	101,35	102,49	97,76	100,18	103,95	9
Ba.	91,01	98,89	100,16	103,68	108,13	95,70	98,95	103,48	8

Tabelle 11.

V.-P.	Differenz der Durchschnittsleistungen des Vormittags und des Nachmittags				Differenz zwischen dem 12h und dem 2h Wert				Differenz zwischen dem Maximum des Vor- u. dem des Nachmittags		
	Hauptwert	Mittl. Variation	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: größter Wert	kleinster Wert	Hauptwert	Mittl. Variation	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: größter Wert	kleinster Wert	Hauptwert	Die extremen Werte der Wochendurchschnitte: größter Wert	kleinster Wert
An.	— 0,30	0,67	+ 0,28 (2.Wch.)	— 0,95 (1.Wch.)	+ 0,05	2,99	+ 1,82 (2.W.)	— 1,93 (1.W.)	— 0,86	— 0,48 (3.W.)	— 1,93 (1.W.)
Ar.	— 0,17	3,41	+ 2,37 (2. „)	— 3,56 (1. „)	+ 1,21	5,67	+ 7,03 (2. „)	— 2,25 (1. „)	— 1,35	+ 1,32 (2. „)	— 5,85 (1. „)
Br.	— 2,61	3,01	+ 1,12 (1. „)	— 6,70 (2. „)	— 1,48	2,90	— 0,77 (1. „)	— 2,75 (2. „)	— 4,54	+ 0,55 (1. „)	— 7,88 (2. „)
R.	— 3,36	5,37	+ 2,30 (3. „)	— 11,38 (2. „)	— 8,65	9,78	+ 6.04 (3. „)	— 16,46(2. „)	— 4,02	+ 1,47 (3. „)	— 8,53 (2. „)
Sch.	— 3,27	2,83	+ 0,70 (3. „)	— 6,98 (2. „)	— 3,21	1,89	— 1,96 (3. „)	— 6,29 (2. „)	— 3,59	+ 0,15 (3. „)	— 4,76 (2. „)
W.	+ 1,01	5,94	+ 4,73 (2. „)	— 1,14 (1. „)	— 4,75	6,65	0,00 (2. „)	— 9,83 (3. „)	+ 1,46	+ 1,82 (1. „)	— 1,38 (3. „)
Ba.	— 0,74	2,74	+ 1,91 (3. „)	— 3,05 (2. „)	— 12,84	9,17	— 5,74 (3. „)	— 22,65(1. „)	— 4,65	+ 0,52 (3. „)	— 6,18 (1. „

Unterrichtstage beschaffen sein müßte. Bis jetzt war es mir nicht möglich, diese Versuche in Angriff zu nehmen.

2) Die Differenz zwischen dem 12^h und dem 2^h Werte zeigt die Wirkung der Mittagspause. Um das Resultat interpretieren zu können, müßte man berücksichtigen: a) die allmählich abklingende Nachwirkung des Vormittagsunterrichts, b) die Wirkung der Mittagsmahlzeit, c) die Ausfüllung der übrigen Zeit zwischen 12^h und 2^h.

3) Die Differenz der beiden Maxima gewinnt ihre Bedeutung dadurch, daß nach dem S. 61 Gesagten das während der Nachmittagsversuche beobachtete Maximum wahrscheinlich nahe mit dem Maximum des Index für den ganzen Nachmittag zusammenfällt. Das Verhältnis der Maxima zueinander ist also ein interessantes Gegenstück zum Verhältnis der beiden Durchschnittswerte.

Im folgenden sind die aus Tabelle 11 abzulesenden Resultate zusammengestellt.

1) Der Durchschnitt des Nachmittags liegt bei allen Versuchspersonen außer W. unter dem des Vormittags.

Die positive Differenz bei W. ist gering.

Bei den negativen Differenzen ist die größte — 3,27, die kleinste — 0,17, das Mittel liegt bei 1.

2) Der 2^h Wert liegt bei allen Versuchspersonen außer Ar. und An. unter dem 12^h Wert. Es sei daran erinnert, daß An. und Ar. sich auch noch in andern Punkten von den übrigen Versuchspersonen unterscheiden, nämlich hinsichtlich der Differenz zwischen Anfangs- und Endwert des Vormittags und hinsichtlich der Lage des Maximum am Nachmittage.

Die größte positive Differenz (bei Ar.) ist 1,21. Von den negativen Differenzen ist die größte — 12,84, die kleinste — 1,48, das Mittel liegt bei — 4,75.

3) Das Maximum des Nachmittags liegt bei allen Versuchspersonen außer W. unter dem des Vormittags. (Bei W. liegt also der Durchschnittswert und das Maximum des Nachmittags höher als die entsprechenden Werte des Vormittags, während bei allen übrigen Versuchspersonen beide Werte das entgegengesetzte Verhalten zeigen.)

Die positive Differenz bei W. beträgt 1,46.

Von den negativen Differenzen ist die größte — 4,65, die kleinste 0,86. Das Mittel liegt zwischen — 3,59 und — 4,02.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Index am Nachmittage tiefer liegt als am Vormittage (außer bei W.) und zwar höchstwahrscheinlich nicht nur in der untersuchten Zeit, sondern auch in den darauf folgenden Stunden.

§ 16. Zusammenfassung.

Aus den vorhergehenden Paragraphen zusammen mit den Ausführungen des § 9 lassen sich als die wichtigsten folgende Sätze aufstellen.

1) Der Unterricht bewirkt während der ersten Stunden des Vormittags eine Erhöhung der beiden [1]) untersuchten Indices; von der 3. Stunde ab setzt er beide Indices herab, doch kann eine Herabsetzung unter den Anfangswert nur für die Auffassungsfähigkeit nachgewiesen werden. Die Nachmittagsversuche lassen wenigstens für die Rechengeschwindigkeit einen ähnlichen Verlauf vermuten wie am Vormittage.

2) Das als „Ruhe" bezeichnete Verhalten der Versuchsperson bewirkt zu keiner Zeit eine nachweisbare Erhöhung eines der beiden Indices. Für die Rechengeschwindigkeit ist in den meisten Fällen eine geringe Herabsetzung in der Mitte der untersuchten Zeitspanne nachweisbar.

3) Einige der erhaltenen Unterrichtskurven zeigen, daß man bei einer anscheinend geringfügigen Änderung der Reagenzmethode (Rechenmethode c) sowie bei einem gewissen Typus von Versuchspersonen abweichende Resultate erhält (das Maximum der Unterrichtskurve ist gegen das Ende hin verschoben). Bei Verallgemeinerung der Resultate ist also Vorsicht geboten.

Abschnitt 2. Einige anderweitige Resultate.

§ 17. Die internen Schwankungen des Index.

Ich verstehe unter den internen Schwankungen des Index diejenigen Änderungen, welche während eines Reagenzversuchs stattfinden, im Gegensatz zu denjenigen Schwankungen, welche die Ausschläge von einer Konstellation zur andern liefern. Reihe 4 liefert 5-teilige Kurven, welche die Zahl der Additionen für jede Minute angeben. (Die Versuche der 3. Woche mit 6′ haben kein abweichendes Resultat gegeben und sind unter Fortlassung der 6. Minute zur Durchschnittsbildung benutzt.) Reihe 2 und 3 liefern 10-teilige Kurven, welche für jede Kolumne (= 35 Additionen) die gebrauchte Zeit in Sekunden abgeben. (Bei Reihe 3 wurden im allgemeinen mehr als 10 Kolumnen gerechnet, von denen also

---

1) Für die Rechengeschwindigkeit ist dabei vorausgesetzt, daß sie nicht nach der Methode c bestimmt wird.

nur die ersten 10 berücksichtigt sind.) Die Vergleichbarkeit der 5-teiligen mit den 10-teiligen Kurven ist dadurch beeinträchtigt, daß die 5-teiligen sich stets über einen Zeitraum von 5′ erstrecken, die 10-teiligen aber nur im Anfang 5′, zuletzt nur noch 3′ bedecken. Die Durchschnittswerte der Tabelle 11 sind aus den Vormittagen der Unterrichtstage genommen; bei Reihe 4 wurden die unvollständigen Tage ausgeschlossen; bei Reihe 2 nur die 6^h Versuche vom 26. 9. wegen Störung der Zeitmessung. Reihe 2 und 4 sind nach Wochen fraktioniert, ihre Hauptwerte arithmetische Mittel aus den Wochenwerten. Die Anfangsglieder der Kurven sind auf 100 reduziert.

Kurven nach Art meiner 5-teiligen sind von Specht (Arch. f. d. ges. Ps. 3. 263) und Heumann (Ps. A. 4. 570ff.) veröffentlicht worden.

Resultate:

1) Der Index sinkt vom 1. zum 2. Arbeitsabschnitt („Anfangsantrieb"); wie Reihe 2 und 3 beweisen, beruht dies lediglich auf der größeren Geschwindigkeit bei den ersten 35 Additionen, d. h. es wird nur während

Tabelle 12.

V.-P.											Zahl der Einzelversuche
(Reihe 2)											
A.	100	109,03	110,08	112,37	111,12	112,38	112,29	112,35	114,61	106,35	66
B.	100	111,61	113,73	111,95	116,59	113,21	114,67	114,75	116,18	116,54	66
(Reihe 3)											
E.	100	110,65	108,20	111,31	112,00	109,37	109,68	115,11	113,55	113,58	28
B.	100	115,16	115,75	113,42	118,67	118,89	119,68	117,60	117,40	120,73	28
Mittel für Reihe 2 und 3	100	111,61	111,94	112,26	114,59	113,46	114,08	114,95	115,44	114,30	188
(Reihe 4)											
An.	100	93,37	95,55	95,06	93,03						75
Ar.	100	97,67	98,03	99,66	99,57						80
Br.	100	91,66	91,24	92,32	94,16						75
R.	100	96,12	98,34	98,69	98,73						70
Sch.	100	95,63	96,77	98,97	99,63						65
W.	100	93,62	99,93	99,37	99,07						80
Ba.	100	91,65	91,76	95,21	97,08						75
Mittel für Reihe 4	100	94,25	95,95	97,04	97,32						520

rsten 20″—30″, welche zu diesen 35 Additionen notwendig sind, ıicht während der ganzen ersten Minute (wie man bisher wohl ɜn konnte) mit erhöhter Geschwindigkeit gerechnet. Tabelle 13 wie sich der zweite Arbeitsabschnitt in den verschiedenen Ver- wochen verhält; er nähert sich mit seinem Wert dem ersten tsabschnitt stark beim Übergange von der 1. zur 2. Woche, bleibt aber konstant. Ich lasse dahingestellt, ob diese Erscheinung auf 'bung oder auf der Handhabung der Reagenzmethode durch die ıchsperson beruht.

) Ein Schlußantrieb existiert im allgemeinen nicht; nur A (Reihe 2) einen solchen; er mußte in der Regel die letzte Kolumne rechnen, em B. den Bleistift schon niedergelegt hatte.

) Der Verlauf vom 2. zum letzten Abschnitt zeigt bei Reihe 4 ehen von An. Steigen, bei Reihe 2 und 3 ein schwaches Sinken ıdex.

) Ein Einfluß der Tageszeit auf die internen Schwankungen hat ıicht nachweisen lassen; ich teile die betr. Berechnungen nicht mit.

Tabelle 13.

V.-P.	1. Woche	2. Woche	3. Woche	Hauptwert
(Reihe 2)				
A.	109,25	108,81		109,03
B.	113,13	110,09		111,61
(Reihe 4)				
An.	89,32	95,86	94,92	93,37
Ar.	95,76	99,89	97,37	97,67
Br.	89,07	94,14	91,77	91,66
R.	93,49	96,61	98,26	96,12
Sch.	93,23	96,18	97,47	95,63
W.	92,12	93,93	94,82	93,62
Ba.	87,15	94,99	92,81	91,65

§ 18. Das Übungsmaß.

Einige Schwierigkeiten bei Untersuchung des Übungseinflusses.

n zwei Punkten unterscheidet sich die Bestimmung der Übungs- ıng von der eines beliebigen anderen Einflusses.

.) Die Übung ist nur ein Teil des von einer übenden Tätigkeit

ausgehenden Einflusses. Eine solche Tätigkeit bringt außer der Übung noch Wirkungen hervor, welche wir hier als Nebeneffekte bezeichnen wollen und von denen einige bereits unter Namen wie „partielle Ermüdung", „Anregung" studiert und beschrieben worden sind. Will man also die Übungswirkung allein beobachten, so muß man die Nebeneffekte ausschalten. Dazu besitzt man z. Zt. kein anderes Mittel als die größere Flüchtigkeit der Nebeneffekte; einige Stunden nach Aufhören der übenden Arbeit nämlich sind diese im allgemeinen abgeklungen und man kann die Übungswirkungen für sich beobachten. Während des Abklingens der Nebeneffekte verändert sich aber sowohl der Übungszustand als die Gesamtdisposition der Versuchsperson. Man muß also entweder diese beiden Fehler mit in Kauf nehmen, oder, wenn man wenigstens den letzten vermeiden will, die Übungswirkung erst nach 24 Stunden beobachten, also den Übungsfortschritt vermindert um den Übungsverlust von 24 Stunden messen. (Denn nach 24 Stunden erst kann man dieselbe Disposition der Versuchsperson wieder als vorhanden betrachten.) Näher untersucht sind diese Verhältnisse meines Wissens erst für einen Index (Rechengeschwindigkeit) und zwar von Amberg, Rivers und Kraepelin, Lindley, Heümann (s. S. 74). Auf Grund dieser Untersuchungen ist z. Zt. an die Bestimmung eines „reinen" Übungsmaßes (das also von Nebeneffekten und Übungsverlust befreit wäre) nicht zu denken. Wenn im folgenden vom Übungsmaß die Rede ist, so liegt ihm stets der Übungsfortschritt vermindert um den Übungsabfall von 24 Stunden zu Grunde. Auch bei der sofort vorzunehmenden Erörterung der zweiten Schwierigkeit wird nur von diesem Übungsfortschritt die Rede sein, obgleich diese Schwierigkeit für den „reinen" Übungsfortschritt ebensogut existiert.

2) Die zweite Schwierigkeit beruht auf der großen Beständigkeit der Übungswirkung und auf der Abhängigkeit der Übungswirkung von dem bereits vorhandenen Übungsgrade. Man hat für jedes Übungsstadium von vornherein ein anderes Übungsmaß zu erwarten, und müßte, um dieselbe Konstellation mehrmals wiederholen zu können, die Übung erst auf den ursprünglichen Grad zurücksinken lassen, was eventl. Wochen erfordert. Versuchsreihen dieser Art zur Bestimmung der Übungswirkung sind meines Wissens bisher nicht ausgeführt worden.[1]) Dagegen spielt in vielen Versuchsreihen die Übung in der Weise eine Rolle, daß der Übungsgrad von Tag zu Tag steigt; man hat dann für

1) Ich sehe hier ab von der ersten Einprägung einer Assoziationsschar; ein solcher Versuch läßt sich deshalb beliebig oft wiederholen, weil man stets neues Lernmaterial wählen kann.

len Tag ein neues Übungsmaß und für seine Bestimmung nur ein rsuchspaar.

Der folgende Abschnitt dieses Paragraphen beschäftigt sich mit der rechnung von Übungsmaßen aus solchen Versuchsreihen und Abschnitt . mit der Verwertung der so berechneten Übungsmaße.

II. Einige Berechnungsmodi für Übungsmaße.

Gegeben sei eine Reihe von Werten desselben Index $a_1, a_2 \dots a_n$, lche eine sogenannte Übungskurve repräsentieren und folgenden Bengungen genügen:

1. Es ist von a_1 bis a_n eine deutliche Tendenz zum Steigen resp. nken vorhanden;
2. die $a_1 \dots a_n$ sind ceteris paribus (also unter anderem auch zu eichen Tageszeiten) an verschiedenen Versuchstagen gewonnen worden;
3. zwischen den einzelnen Versuchstagen liegen gleich große Interlle.

Wir wollen zunächst noch eine vierte Voraussetzung als erfüllt sehen, daß nämlich das Steigen resp. Sinken der a-Werte mit annähernd konstanter Geschwindigkeit erfolgt, oder mit anderen Worten, ß die Übungskurve annähernd die Form einer geraden Linie hat. Man nn dann das Übungsmaß als eine Konstante ansehen und mit Hilfe ner der folgenden Verfahrungsweisen bestimmen.

1. Man sucht einen Anfangswert A und ein Intervall B, so daß e aus $a_\nu = A + B \cdot \nu$ (wo $\nu = 1, 2 \dots n$) berechneten Werte der a n den beobachteten um Beträge abweichen, deren Quadratsumme ein inimum ist; B ist dann das Übungsmaß. Nach der Methode der einsten Quadrate hat man

$$\sum (a_\nu - A - B\nu)^2 = \text{Minimum},$$

ler wenn man nach A und B partiell differenziert

$$\sum (a_\nu - A - B\nu) = 0$$
$$\sum \nu (a_\nu - A - B\nu) = 0,$$

oraus folgt

$$B = \frac{\sum \nu \sum a_\nu - n \sum \nu . a_\nu}{(\sum \nu)^2 - n \sum \nu^2},$$

ie $\sum$ überall von $\nu = 1$ bis $\nu = n$ genommen).
ler da

$$\sum \nu = 1 + 2 + \cdots \quad n = \tfrac{1}{2} n (n+1)$$
$$\sum \nu^2 = 1^2 + 2^2 + \cdots n^2 = \tfrac{1}{6} n (n+1)(2n+1),$$

so ist

$$B = \frac{\frac{1}{2}n(n+1)(a_1+\cdots a_n) - n(a_1+2a_2+\cdots na_n)}{\frac{1}{4}n^2(n+1)^2 - \frac{1}{6}n^2(n+1)(2n+1)}$$

$$\text{(I)} \qquad = 6\,\frac{(n-1)(a_n-a_1)+(n-3)(a_{n-1}-a_2)+\cdots}{n(n^2-1)}$$

Die Entwicklung dieser Formel findet sich in Kohlrausch's „Handbuch der praktischen Physik", 1901, § 3 II.

2. Man sucht als Übungsmaß einen Mittelwert für das Interval $a_{\nu+1}-a_\nu$, so daß

$$\sum(d-M)^2 = \text{Min.};$$

M ist hier der gesuchte Mittelwert, und die d sind Werte der Differenz $a_{\nu+1}-a_\nu$, welche sich aus je zwei beobachteten a-Werten ergeben. M st dann das arithmetische Mittel aus allen d.

a) Im allgemeinsten Falle wird das Mittel aus folgenden Werten genommen:

$$\frac{a_2-a_1}{1}$$

$$\frac{a_3-a_2}{1}, \frac{a_3-a_1}{2}$$

$$\cdots\cdots$$

$$\frac{a_n-a_{n-1}}{1}, \frac{a_n-a_{n-2}}{2}, \cdots \frac{a_n-a_1}{n-1}.$$

Da man annehmen kann, daß zum Beispiel der mittlere Fehler von a_n-a_1 ebenso groß ist wie der von a_2-a_1, so beträgt die Genauigkeit von $\frac{a_n-a_1}{n-1}$ das $(n-1)$ fache der Genauigkeit von $\frac{a_2-a_1}{1}$. Man wird also den Ausdrücken mit dem Divisor 1 das Gewicht 1^2, denen mit dem Divisor 2 das Gewicht 2^2, ... denen mit dem Divisor $n-1$ das Gewicht $(n-1)^2$ beizulegen haben[1]). Man erhält dann

$$\text{(II.)} \quad M = \frac{(a_n-a_1)(1+2+\cdots n-1)+(a_{n-1}-a_2)(2+3+\cdots n-2)+\cdots}{(n-1)1^2+(n-2)2^2+\cdots 1(n-1)^2}.$$

[redacted] bin zur Aufstellung dieser Formel veranlaßt worden durch das S. 75 f. [redacted] besprechende Riverssche Verfahren.

b) Ein Spezialfall ist der folgende: Die Reihenfolge $a_1 \ldots a_n$ sei so [redacted]beschaffen, daß nicht alle a unter gleichen Konstellationen gewonnen

1) Vergl. z. B. Czuber, Wahrscheinlichkeitsrechnung (1903) S. 257 ff.

sind, sondern daß a_1 und a_ν, a_2 und $a_{\nu+1}$, $\cdots$ $a_\varkappa$ und $a_{\nu+\varkappa-1}$ unter gleichen Konstellationen stehen ($\varkappa < \nu$). Man kann dann M nur als Mittelwert aus den Differenzen

$$\frac{a_\nu - a_1}{\nu - 1}, \quad \frac{a_{\nu+1} - a_2}{\nu - 1}, \quad \cdots \quad \frac{a_{\nu+\varkappa-1} - a_\varkappa}{\nu - 1}$$

berechnen und hat also

$$\text{(III.)} \qquad M = \frac{(a_\nu - a_1) + (a_{\nu+1} - a_2) + \cdots (a_{\nu+\varkappa-1} - a_\varkappa)}{(\nu - 1)\varkappa}$$

oder

$$= \frac{a_\nu + \cdots a_{\nu+\varkappa-1} - (a_1 + \cdots a_\varkappa)}{(\nu - 1)\varkappa}$$

Die erste Form zeigt den Ursprung der Formel (III) und die Werte, aus denen der mittlere Fehler von M zu berechnen ist; die zweite Form liefert die bequemste Berechnung. Die Formel (III) ist nicht neu, sondern in praxi schon oft da zur Anwendung gekommen, wo man aus einer längeren Reihe von a einzelne gleich große Gruppen aufeinanderfolgender a herausgegriffen und die Mittelwerte dieser Gruppen unter einander verglichen hat.

3. Sofern man sich nur über den ungefähren Wert des Übungsmaßes unterrichten will, kann man den von Heïmann (Ps. A. Bd. 4, S. 557) eingeschlagenen Weg benutzen: Man stellt die Kurve der a graphisch dar und zieht eine gerade Linie, welche der „Gesamtrichtung" dieser Kurve „so genau wie möglich" folgt. Man kann die Bestimmungsstücke dieser Geraden, insbesondere die als Übungsmaß dienende Richtungskonstante durch Messung finden; aber diesem Werte haften alle Willkürlichkeiten der Zeichnung an, und man hat kein Mittel, seinen Fehler zu bestimmen.

Die Anwendbarkeit der bisher entwickelten Verfahrungsweisen ist offenbar an die hinreichende Erfüllung der auf S. 71 genannten vierten Bedingung gekaüpft. Da das Erfülltsein dieser Bedingung die Einführung der linearen Beziehung $a_\nu = A + B \cdot \nu$ erlaubt, so wollen wir die bisher behandelten Verfahrungsweisen als lineare bezeichnen. Ist jene Bedingung nicht hinreichend erfüllt, d. h. also, ist das Übungsmaß nicht annähernd konstant, so muß man eine nichtlineare Funktion $a_\nu = f(\nu)$ einführen, welche im einfachsten Falle $= A + B\nu + C\nu^2$ zu setzen wäre. Man kann dann, ähnlich wie bei dem auf S. 71 f. besprochenen Verfahren die günstigsten Werte für A, B, C nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen und die wahrscheinlichsten Werte der a berechnen; das Übungsmaß ist dann gleich der jeweiligen Differenz zwischen zwei

benachbarten unter den so berechneten a-Werten. Wir wollen ein solches Verfahren als nichtlinear bezeichnen.

Es ist eine bekannte Tatsache, die sich auch aus meinen Resultaten aufs neue bestätigt, daß die Bedingung, von welcher die Anwendbarkeit der linearen Verfahrungsweisen abhängt, im allgemeinen nicht erfüllt ist. In der überwiegenden Mehrzahl der zur Beobachtung kommenden Fälle erfolgt das Steigen resp. Sinken der beobachteten a-Werte mit abnehmender Geschwindigkeit, und man ist also streng genommen fast immer auf ein nichtlineares Verfahren angewiesen. Wenn man im Gegensatz dazu bisher fast immer die linearen Verfahrungsweisen benutzt hat, so hat das — abgesehen von den Fällen, wo man die nichtlinearen Verfahrungsweisen garnicht kannte — seinen Grund in der Ungenauigkeit der beobachteten a-Werte, welche sich wenig als Unterlage für eine komplizierte Rechnung eignen. Die linearen Verfahrungsweisen scheinen also zur Zeit noch unentbehrlich zu sein, und ich habe sie deshalb trotz des ihnen anhaftenden prinzipiellen Mangels oben zusammengestellt, um so mehr als ich dieser Zusammenstellung für die sogleich vorzunehmende kritische Betrachtung bedarf.

III. Die Berechnung von Übungsmaßen in einigen älteren Abhandlungen.

Die Übung spielt fast in allen experimentell-psychologischen Untersuchungen eine Rolle. Ich beschränke mich hier auf einige Abhandlungen, welche auf die Übungsfrage näher eingegangen sind, und zwar auf die in Kraepelins Psychologischen Arbeiten Bd. 1—4 enthaltenen.

1) Amberg **1.** 306.
2) Aschaffenburg **1.** 6I1.
3) Bolton **4.** 202.
4) Haenel **2.** 335.
5) Heümann **4.** 557.
6) Hoch und Kraepelin **1.** 426.
7) Hylan und Kraepelin **4.** 458.
8) Kafemann **4.** 444.
9) Kürz und Kraepelin **3.** 425.
10) Lindley **3.** 490.
I1) Miesemer **4.** 379.
12) Oseretzkowsky und Kraepelin **3.** 649.
13) Rivers und Kraepelin **1.** 643.
14) Rüdin **4.** 5.
15) Weygandt **2.** 699.

Von diesen Abhandlungen bedienen sich die von Kürz und Kraepelin, von Oseretzkowsky und Kraepelin, sowie von Rüdin der Formel (III)

(S. 73). Heümann gewinnt das Übungsmaß aus der graphischen Darstellung der Kurve (S. 73). Beide Verfahrungsweisen beruhen auf der oben hinreichend erörterten Annahme, daß die Übungskurve annähernd die Form einer geraden Linie habe. Heümann teilt die Übungskurven in mehrere Abschnitte und wählt diese so, daß jeder einzelne Abschnitt der Form einer geraden Linie relativ sehr nahe kommt. Natürlich gelangt er für jede Versuchsperson zu einer anderen Einteilung der Übungskurve, und die Verwendbarkeit der von ihm gewonnenen Übungsmaße wird dadurch stark beeinträchtigt (vergl. Abschnitt III dieses Paragraphen).

Die in den übrigen Abhandlungen. eingeschlagenen Verfahrungsweisen gehen sämtlich auf zwei Berechnungsmethoden zurück, welche sich in den Arbeiten von Amberg bezw. von Rivers und Kraepelin finden und welche ich kurz als das Ambergsche bezw. das Riverssche Verfahren bezeichnen will.

Amberg berechnet das Übungsmaß (er bedient sich des Ausdrucks „Übungskoeffizient) als arithmetisches Mittel aus folgenden Ausdrücken:

$$\frac{a_2 - a_1}{a_1 \cdot 1}$$

$$\frac{a_3 - a_2}{a_2 \cdot 1}, \quad \frac{a_3 - a_1}{a_1 \cdot 2}$$

. . . . . .

$$\frac{a_n - a_{n-1}}{a_{n-1} \cdot 1}, \quad \frac{a_n - a_{n-2}}{a_{n-2} \cdot 2} \cdots \frac{a_n - a_1}{a_1 (n-1)}.$$

Da Amberg eine Begründung seines Verfahrens nicht mitteilt, insbesondere nicht die Voraussetzungen nennt, unter denen es strenge Gültigkeit besitzen soll, so lasse ich mich hier auf keinerlei Diskussion ein, sondern lehne das Verfahren solange als unberechtigt ab, bis eine Begründung erfolgt sein wird. Ambergs Verfahren scheint nicht viel Nachahmer gefunden zu haben. Zwar Haenel beruft sich ausdrücklich auf Amberg, rechnet aber in Wirklichkeit nach dem sofort zu besprechenden Riversschen Verfahren. (Die Beurteilung der Proberechnung bei Haenel a. a. O. S. 335 wird durch einen Rechenfehler in dem ersten Beispiel erschwert; das richtige Resultat ist 76,14.) Auch Kafemann und Miesemer berufen sich auf Amberg; ich möchte aber vermuten, daß sie gleichfalls nach Rivers gerechnet haben, ebenso wie Bolton, Hylan und Kraepelin, sowie Lindley, welch letztere sich auf Amberg berufen, dabei aber gleichzeitig Haenel zitieren. Zu einer Nachprüfung der einschlägigen Rechnungen habe ich mich in diesen Fällen nicht veranlaßt gesehen.

Rivers berechnet das Übungsmaß als arithmetisches Mittel aus folgenden Ausdrücken:

Unterrichtstage beschaffen sein müßte. Bis jetzt war es mir nicht möglich, diese Versuche in Angriff zu nehmen.

2) Die Differenz zwischen dem 12^h und dem 2^h Werte zeigt die Wirkung der Mittagspause. Um das Resultat interpretieren zu können, müßte man berücksichtigen: a) die allmählich abklingende Nachwirkung des Vormittagsunterrichts, b) die Wirkung der Mittagsmahlzeit, c) die Ausfüllung der übrigen Zeit zwischen 12^h und 2^h.

3) Die Differenz der beiden Maxima gewinnt ihre Bedeutung dadurch, daß nach dem S. 61 Gesagten das während der Nachmittagsversuche beobachtete Maximum wahrscheinlich nahe mit dem Maximum des Index für den ganzen Nachmittag zusammenfällt. Das Verhältnis der Maxima zueinander ist also ein interessantes Gegenstück zum Verhältnis der beiden Durchschnittswerte.

Im folgenden sind die aus Tabelle 11 abzulesenden Resultate zusammengestellt.

1) Der Durchschnitt des Nachmittags liegt bei allen Versuchspersonen außer W. unter dem des Vormittags.

Die positive Differenz bei W. ist gering.

Bei den negativen Differenzen ist die größte — 3,27, die kleinste — 0,17, das Mittel liegt bei 1.

2) Der 2^h Wert liegt bei allen Versuchspersonen außer Ar. und An. unter dem 12^h Wert. Es sei daran erinnert, daß An. und Ar. sich auch noch in andern Punkten von den übrigen Versuchspersonen unterscheiden, nämlich hinsichtlich der Differenz zwischen Anfangs- und Endwert des Vormittags und hinsichtlich der Lage des Maximum am Nachmittage.

Die größte positive Differenz (bei Ar.) ist 1,21. Von den negativen Differenzen ist die größte — 12,84, die kleinste — 1,48, das Mittel liegt bei — 4,75.

3) Das Maximum des Nachmittags liegt bei allen Versuchspersonen außer W. unter dem des Vormittags. (Bei W. liegt also der Durchschnittswert und das Maximum des Nachmittags höher als die entsprechenden Werte des Vormittags, während bei allen übrigen Versuchspersonen beide Werte das entgegengesetzte Verhalten zeigen.)

Die positive Differenz bei W. beträgt 1,46.

Von den negativen Differenzen ist die größte — 4,65, die kleinste — 0,86. Das Mittel liegt zwischen — 3,59 und — 4,02.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Index am Nachmittage tiefer liegt als am Vormittage (außer bei W.) und zwar höchstwahrscheinlich nicht nur in der untersuchten Zeit, sondern auch in den darauf folgenden Stunden.

§ 16. Zusammenfassung.

Aus den vorhergehenden Paragraphen zusammen mit den Ausführungen des § 9 lassen sich als die wichtigsten folgende Sätze aufstellen.

1) Der Unterricht bewirkt während der ersten Stunden des Vormittags eine Erhöhung der beiden [1]) untersuchten Indices; von der 3. Stunde ab setzt er beide Indices herab, doch kann eine Herabsetzung unter den Anfangswert nur für die Auffassungsfähigkeit nachgewiesen werden. Die Nachmittagsversuche lassen wenigstens für die Rechengeschwindigkeit einen ähnlichen Verlauf vermuten wie am Vormittage.

2) Das als „Ruhe" bezeichnete Verhalten der Versuchsperson bewirkt zu keiner Zeit eine nachweisbare Erhöhung eines der beiden Indices. Für die Rechengeschwindigkeit ist in den meisten Fällen eine geringe Herabsetzung in der Mitte der untersuchten Zeitspanne nachweisbar.

3) Einige der erhaltenen Unterrichtskurven zeigen, daß man bei einer anscheinend geringfügigen Änderung der Reagenzmethode (Rechenmethode c) sowie bei einem gewissen Typus von Versuchspersonen abweichende Resultate erhält (das Maximum der Unterrichtskurve ist gegen das Ende hin verschoben). Bei Verallgemeinerung der Resultate ist also Vorsicht geboten.

Abschnitt 2. Einige anderweitige Resultate.

§ 17. Die internen Schwankungen des Index.

Ich verstehe unter den internen Schwankungen des Index diejenigen Änderungen, welche während eines Reagenzversuchs stattfinden, im Gegensatz zu denjenigen Schwankungen, welche die Ausschläge von einer Konstellation zur andern liefern. Reihe 4 liefert 5-teilige Kurven, welche die Zahl der Additionen für jede Minute angeben. (Die Versuche der 3. Woche mit 6′ haben kein abweichendes Resultat gegeben und sind unter Fortlassung der 6. Minute zur Durchschnittsbildung benutzt.) Reihe 2 und 3 liefern 10-teilige Kurven, welche für jede Kolumne (= 35 Additionen) die gebrauchte Zeit in Sekunden abgeben. (Bei Reihe 3 wurden im allgemeinen mehr als 10 Kolumnen gerechnet, von denen also

---

1) Für die Rechengeschwindigkeit ist dabei vorausgesetzt, daß sie nicht nach der Methode c bestimmt wird.

nur die ersten 10 berücksichtigt sind.) Die Vergleichbarkeit der 5-teiligen mit den 10-teiligen Kurven ist dadurch beeinträchtigt, daß die 5-teiligen sich stets über einen Zeitraum von 5′ erstrecken, die 10-teiligen aber nur im Anfang 5′, zuletzt nur noch 3′ bedecken. Die Durchschnittswerte der Tabelle 11 sind aus den Vormittagen der Unterrichtstage genommen; bei Reihe 4 wurden die unvollständigen Tage ausgeschlossen; bei Reihe 2 nur die 6^{h} Versuche vom 26. 9. wegen Störung der Zeitmessung. Reihe 2 und 4 sind nach Wochen fraktioniert, ihre Hauptwerte arithmetische Mittel aus den Wochenwerten. Die Anfangsglieder der Kurven sind auf 100 reduziert.

Kurven nach Art meiner 5-teiligen sind von Specht (Arch. f. d. ges. Ps. 3. 263) und Heumann (Ps. A. 4. 570ff.) veröffentlicht worden.

Resultate:

1) Der Index sinkt vom 1. zum 2. Arbeitsabschnitt („Anfangsantrieb"); wie Reihe 2 und 3 beweisen, beruht dies lediglich auf der größeren Geschwindigkeit bei den ersten 35 Additionen, d. h. es wird nur während

Tabelle 12.

V.-P.											Zahl der Einzelversuche
(Reihe 2)											
A.	100	109,03	110,08	112,37	111,12	112,38	112,29	112,35	114,61	106,35	66
B.	100	111,61	113,73	111,95	116,59	113,21	114,67	114,75	116,18	116,54	66
(Reihe 3)											
E.	100	110,65	108,20	111,31	112,00	109,37	109,68	115,11	113,55	113,58	28
B.	100	115,16	115,75	113,42	118,67	118,89	119,68	117,60	117,40	120,73	28
Mittel für Reihe 2 und 3	100	111,61	111,94	112,26	114,59	113,46	114,08	114,95	115,44	114,30	188
(Reihe 4)											
An.	100	93,37	95,55	95,06	93,03						75
Ar.	100	97,67	98,03	99,66	99,57						80
Br.	100	91,66	91,24	92,32	94,16						75
R.	100	96,12	98,34	98,69	98,73						70
Sch.	100	95,63	96,77	98,97	99,63						65
W.	100	93,62	99,93	99,37	99,07						80
Ba.	100	91,65	91,76	95,21	97,08						75
Mittel für Reihe 4	100	94,25	95,95	97,04	97,32						520

ersten 20″—30″, welche zu diesen 35 Additionen notwendig sind, nicht während der ganzen ersten Minute (wie man bisher wohl ben konnte) mit erhöhter Geschwindigkeit gerechnet. Tabelle 13 t, wie sich der zweite Arbeitsabschnitt in den verschiedenen Verswochen verhält; er nähert sich mit seinem Wert dem ersten eitsabschnitt stark beim Übergange von der 1. zur 2. Woche, bleibt ı aber konstant. Ich lasse dahingestellt, ob diese Erscheinung auf Übung oder auf der Handhabung der Reagenzmethode durch die suchsperson beruht.

2) Ein Schlußantrieb existiert im allgemeinen nicht; nur A (Reihe 2) t einen solchen; er mußte in der Regel die letzte Kolumne rechnen, ıdem B. den Bleistift schon niedergelegt hatte.

3) Der Verlauf vom 2. zum letzten Abschnitt zeigt bei Reihe 4 ısehen von An. Steigen, bei Reihe 2 und 3 ein schwaches Sinken Index.

4) Ein Einfluß der Tageszeit auf die internen Schwankungen hat nicht nachweisen lassen; ich teile die betr. Berechnungen nicht mit.

Tabelle 13.

V.-P.	1. Woche	2. Woche	3. Woche	Hauptwert
(Reihe 2)				
A.	109,25	108,81		109,03
B.	113,13	110,09		111,61
(Reihe 4)				
An.	89,32	95,86	94,92	93,37
Ar.	95,76	99,89	97,37	97,67
Br.	89,07	94,14	91,77	91,66
R.	93,49	96,61	98,26	96,12
Sch.	93,23	96,18	97,47	95,63
W.	92,12	93,93	94,82	93,62
Ba.	87,15	94,99	92,81	91,65

§ 18. Das Übungsmaß.

.. Einige Schwierigkeiten bei Untersuchung des Übungseinflusses.

In zwei Punkten unterscheidet sich die Bestimmung der Übungsıung von der eines beliebigen anderen Einflusses.

1) Die Übung ist nur ein Teil des von einer übenden Tätigkeit

ausgehenden Einflusses. Eine solche Tätigkeit bringt außer der Übung noch Wirkungen hervor, welche wir hier als Nebeneffekte bezeichnen wollen und von denen einige bereits unter Namen wie „partielle Ermüdung", „Anregung" studiert und beschrieben worden sind. Will man also die Übungswirkung allein beobachten, so muß man die Nebeneffekte ausschalten. Dazu besitzt man z. Zt. kein anderes Mittel als die größere Flüchtigkeit der Nebeneffekte; einige Stunden nach Aufhören der übenden Arbeit nämlich sind diese im allgemeinen abgeklungen und man kann die Übungswirkungen für sich beobachten. Während des Abklingens der Nebeneffekte verändert sich aber sowohl der Übungszustand als die Gesamtdisposition der Versuchsperson. Man muß also entweder diese beiden Fehler mit in Kauf nehmen, oder, wenn man wenigstens den letzten vermeiden will, die Übungswirkung erst nach 24 Stunden beobachten, also den Übungsfortschritt vermindert um den Übungsverlust von 24 Stunden messen. (Denn nach 24 Stunden erst kann man dieselbe Disposition der Versuchsperson wieder als vorhanden betrachten.) Näher untersucht sind diese Verhältnisse meines Wissens erst für einen Index (Rechengeschwindigkeit) und zwar von Amberg, Rivers und Kraepelin, Lindley, Heümann (s. S. 74). Auf Grund dieser Untersuchungen ist z. Zt. an die Bestimmung eines „reinen" Übungsmaßes (das also von Nebeneffekten und Übungsverlust befreit wäre) nicht zu denken. Wenn im folgenden vom Übungsmaß die Rede ist, so liegt ihm stets der Übungsfortschritt vermindert um den Übungsabfall von 24 Stunden zu Grunde. Auch bei der sofort vorzunehmenden Erörterung der zweiten Schwierigkeit wird nur von diesem Übungsfortschritt die Rede sein, obgleich diese Schwierigkeit für den „reinen" Übungsfortschritt ebensogut existiert.

2) Die zweite Schwierigkeit beruht auf der großen Beständigkeit der Übungswirkung und auf der Abhängigkeit der Übungswirkung von dem bereits vorhandenen Übungsgrade. Man hat für jedes Übungsstadium von vornherein ein anderes Übungsmaß zu erwarten, und müßte, um dieselbe Konstellation mehrmals wiederholen zu können, die Übung erst auf den ursprünglichen Grad zurücksinken lassen, was eventl. Wochen erfordert. Versuchsreihen dieser Art zur Bestimmung der Übungswirkung sind meines Wissens bisher nicht ausgeführt worden.[1]) Dagegen spielt in vielen Versuchsreihen die Übung in der Weise eine Rolle, daß der Übungsgrad von Tag zu Tag steigt; man hat dann für

1) Ich sehe hier ab von der ersten Einprägung einer Assoziationsschar; ein solcher Versuch läßt sich deshalb beliebig oft wiederholen, weil man stets neues Lernmaterial wählen kann.

jeden Tag ein neues Übungsmaß und für seine Bestimmung nur ein Versuchspaar.

Der folgende Abschnitt dieses Paragraphen beschäftigt sich mit der Berechnung von Übungsmaßen aus solchen Versuchsreihen und Abschnitt IV. mit der Verwertung der so berechneten Übungsmaße.

II. Einige Berechnungsmodi für Übungsmaße.

Gegeben sei eine Reihe von Werten desselben Index a_1, $a_2 \dots a_n$, welche eine sogenannte Übungskurve repräsentieren und folgenden Bedingungen genügen:

1. Es ist von a_1 bis a_n eine deutliche Tendenz zum Steigen resp. Sinken vorhanden;

2. die $a_1 \dots a_n$ sind ceteris paribus (also unter anderem auch zu gleichen Tageszeiten) an verschiedenen Versuchstagen gewonnen worden;

3. zwischen den einzelnen Versuchstagen liegen gleich große Intervalle.

Wir wollen zunächst noch eine vierte Voraussetzung als erfüllt ansehen, daß nämlich das Steigen resp. Sinken der a-Werte mit annähernd konstanter Geschwindigkeit erfolgt, oder mit anderen Worten, daß die Übungskurve annähernd die Form einer geraden Linie hat. Man kann dann das Übungsmaß als eine Konstante ansehen und mit Hilfe einer der folgenden Verfahrungsweisen bestimmen.

1. Man sucht einen Anfangswert A und ein Intervall B, so daß die aus $a_\nu = A + B \cdot \nu$ (wo $\nu = 1, 2 \dots n$) berechneten Werte der a von den beobachteten um Beträge abweichen, deren Quadratsumme ein Minimum ist; B ist dann das Übungsmaß. Nach der Methode der kleinsten Quadrate hat man

$$\sum (a_\nu - A - B\nu)^2 = \text{Minimum},$$

oder wenn man nach A und B partiell differenziert

$$\sum (a_\nu - A - B\nu) = 0$$
$$\sum \nu (a_\nu - A - B\nu) = 0,$$

woraus folgt

$$B = \frac{\sum \nu \sum a_\nu - n \sum \nu . a_\nu}{(\sum \nu)^2 - n \sum \nu^2},$$

(die $\sum$ überall von $\nu = 1$ bis $\nu = n$ genommen).
oder da

$$\sum \nu = 1 + 2 + \cdots \quad n = \tfrac{1}{2} n (n+1)$$
$$\sum \nu^2 = 1^2 + 2^2 + \cdots n^2 = \tfrac{1}{6} n (n+1)(2n+1),$$

so ist

$$B = \frac{\frac{1}{2}n(n+1)(a_1+\cdots a_n) - n(a_1+2a_2+\cdots na_n)}{\frac{1}{4}n^2(n+1)^2 - \frac{1}{6}n^2(n+1)(2n+1)}$$

$$(I) \qquad = 6\,\frac{(n-1)(a_n-a_1)+(n-3)(a_{n-1}-a_2)+\cdots}{n(n^2-1)}$$

Die Entwicklung dieser Formel findet sich in Kohlrausch's „Handbuch der praktischen Physik", 1901, § 3 II.

2. Man sucht als Übungsmaß einen Mittelwert für das Intervall $a_{\nu+1}-a_\nu$, so daß

$$\sum(d-M)^2 = \text{Min.};$$

M ist hier der gesuchte Mittelwert, und die d sind Werte der Differenz $a_{\nu+1}-a_\nu$, welche sich aus je zwei beobachteten a-Werten ergeben. M st dann das arithmetische Mittel aus allen d.

a) Im allgemeinsten Falle wird das Mittel aus folgenden Werten genommen:

$$\frac{a_2-a_1}{1}$$

$$\frac{a_3-a_2}{1}, \frac{a_3-a_1}{2}$$

$$\cdots\cdots$$

$$\frac{a_n-a_{n-1}}{1}, \frac{a_n-a_{n-2}}{2}, \cdots \frac{a_n-a_1}{n-1}.$$

Da man annehmen kann, daß zum Beispiel der mittlere Fehler von a_n-a_1 ebenso groß ist wie der von a_2-a_1, so beträgt die Genauigkeit von $\frac{a_n-a_1}{n-1}$ das $(n-1)$ fache der Genauigkeit von $\frac{a_2-a_1}{1}$. Man wird also den Ausdrücken mit dem Divisor 1 das Gewicht 1^2, denen mit dem Divisor 2 das Gewicht 2^2, ... denen mit dem Divisor $n-1$ das Gewicht $(n-1)^2$ beizulegen haben[1]). Man erhält dann

$$(II.) \quad M = \frac{(a_n-a_1)(1+2+\cdots n-1)+(a_{n-1}-a_2)(2+3+\cdots n-2)+\cdots}{(n-1)1^2+(n-2)2^2+\cdots 1(n-1)^2}.$$

Ich bin zur Aufstellung dieser Formel veranlaßt worden durch das S. 75 f. zu besprechende Riverssche Verfahren.

b) Ein Spezialfall ist der folgende: Die Reihenfolge $a_1 \ldots a_n$ sei so beschaffen, daß nicht alle a unter gleichen Konstellationen gewonnen

1) Vergl. z. B. Czuber, Wahrscheinlichkeitsrechnung (1903) S. 257 ff.

sind, sondern daß a_1 und a_ν, a_2 und $a_{\nu+1}$, $\cdots$ $a_\varkappa$ und $a_{\nu+\varkappa-1}$ unter gleichen Konstellationen stehen ($\varkappa < \nu$). Man kann dann M nur als Mittelwert aus den Differenzen

$$\frac{a_\nu - a_1}{\nu - 1}, \quad \frac{a_{\nu+1} - a_2}{\nu - 1}, \quad \cdots \quad \frac{a_{\nu+\varkappa-1} - a_\varkappa}{\nu - 1}$$

berechnen und hat also

$$\text{(III.)} \qquad M = \frac{(a_\nu - a_1) + (a_{\nu+1} - a_2) + \cdots (a_{\nu+\varkappa-1} - a_\varkappa)}{(\nu - 1)\varkappa}$$

oder

$$= \frac{a_\nu + \cdots a_{\nu+\varkappa-1} - (a_1 + \cdots a_\varkappa)}{(\nu - 1)\varkappa}$$

Die erste Form zeigt den Ursprung der Formel (III) und die Werte, aus denen der mittlere Fehler von M zu berechnen ist; die zweite Form liefert die bequemste Berechnung. Die Formel (III) ist nicht neu, sondern in praxi schon oft da zur Anwendung gekommen, wo man aus einer längeren Reihe von a einzelne gleich große Gruppen aufeinanderfolgender a herausgegriffen und die Mittelwerte dieser Gruppen unter einander verglichen hat.

3. Sofern man sich nur über den ungefähren Wert des Übungsmaßes unterrichten will, kann man den von Heümann (Ps. A. Bd. 4, S. 557) eingeschlagenen Weg benutzen: Man stellt die Kurve der a graphisch dar und zieht eine gerade Linie, welche der „Gesamtrichtung" dieser Kurve „so genau wie möglich" folgt. Man kann die Bestimmungsstücke dieser Geraden, insbesondere die als Übungsmaß dienende Richtungskonstante durch Messung finden; aber diesem Werte haften alle Willkürlichkeiten der Zeichnung an, und man hat kein Mittel, seinen Fehler zu bestimmen.

Die Anwendbarkeit der bisher entwickelten Verfahrungsweisen ist offenbar an die hinreichende Erfüllung der auf S. 71 genannten vierten Bedingung gekaüpft. Da das Erfülltsein dieser Bedingung die Einführung der linearen Beziehung $a_\nu = A + B \cdot \nu$ erlaubt, so wollen wir die bisher behandelten Verfahrungsweisen als lineare bezeichnen. Ist jene Bedingung nicht hinreichend erfüllt, d. h. also, ist das Übungsmaß nicht annähernd konstant, so muß man eine nichtlineare Funktion $a_\nu = f(\nu)$ einführen, welche im einfachsten Falle $= A + B\nu + C\nu^2$ zu setzen wäre. Man kann dann, ähnlich wie bei dem auf S. 71 f. besprochenen Verfahren die günstigsten Werte für A, B, C nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen und die wahrscheinlichsten Werte der a berechnen; das Übungsmaß ist dann gleich der jeweiligen Differenz zwischen zwei

benachbarten unter den so berechneten a-Werten. Wir wollen ein solches Verfahren als nichtlinear bezeichnen.

Es ist eine bekannte Tatsache, die sich auch aus meinen Resultaten aufs neue bestätigt, daß die Bedingung, von welcher die Anwendbarkeit der linearen Verfahrungsweisen abhängt, im allgemeinen nicht erfüllt ist. In der überwiegenden Mehrzahl der zur Beobachtung kommenden Fälle erfolgt das Steigen resp. Sinken der beobachteten a-Werte mit abnehmender Geschwindigkeit, und man ist also streng genommen fast immer auf ein nichtlineares Verfahren angewiesen. Wenn man im Gegensatz dazu bisher fast immer die linearen Verfahrungsweisen benutzt hat, so hat das — abgesehen von den Fällen, wo man die nichtlinearen Verfahrungsweisen garnicht kannte — seinen Grund in der Ungenauigkeit der beobachteten a-Werte, welche sich wenig als Unterlage für eine komplizierte Rechnung eignen. Die linearen Verfahrungsweisen scheinen also zur Zeit noch unentbehrlich zu sein, und ich habe sie deshalb trotz des ihnen anhaftenden prinzipiellen Mangels oben zusammengestellt, um so mehr als ich dieser Zusammenstellung für die sogleich vorzunehmende kritische Betrachtung bedarf.

III. Die Berechnung von Übungsmaßen in einigen älteren Abhandlungen.

Die Übung spielt fast in allen experimentell-psychologischen Untersuchungen eine Rolle. Ich beschränke mich hier auf einige Abhandlungen, welche auf die Übungsfrage näher eingegangen sind, und zwar auf die in Kraepelins Psychologischen Arbeiten Bd. 1—4 enthaltenen.

1) Amberg **1.** 306.
2) Aschaffenburg **1.** 6I1.
3) Bolton **4.** 202.
4) Haenel **2.** 335.
5) Heümann **4.** 557.
6) Hoch und Kraepelin **1.** 426.
7) Hylan und Kraepelin **4.** 458.
8) Kafemann **4.** 444.
9) Kürz und Kraepelin **3.** 425.
10) Lindley **3.** 490.
11) Miesemer **4.** 379.
12) Oseretzkowsky und Kraepelin **3.** 649.
13) Rivers und Kraepelin **1.** 643.
14) Rüdin **4.** 5.
15) Weygandt **2.** 699.

Von diesen Abhandlungen bedienen sich die von Kürz und Kraepelin, von Oseretzkowsky und Kraepelin, sowie von Rüdin der Formel (III)

(S. 73). Heümann gewinnt das Übungsmaß aus der graphischen Darstellung der Kurve (S. 73). Beide Verfahrungsweisen beruhen auf der oben hinreichend erörterten Annahme, daß die Übungskurve annähernd die Form einer geraden Linie habe. Heümann teilt die Übungskurven in mehrere Abschnitte und wählt diese so, daß jeder einzelne Abschnitt der Form einer geraden Linie relativ sehr nahe kommt. Natürlich gelangt er für jede Versuchsperson zu einer anderen Einteilung der Übungskurve, und die Verwendbarkeit der von ihm gewonnenen Übungsmaße wird dadurch stark beeinträchtigt (vergl. Abschnitt III dieses Paragraphen).

Die in den übrigen Abhandlungen. eingeschlagenen Verfahrungsweisen gehen sämtlich auf zwei Berechnungsmethoden zurück, welche sich in den Arbeiten von Amberg bezw. von Rivers und Kraepelin finden und welche ich kurz als das Ambergsche bezw. das Riverssche Verfahren bezeichnen will.

Amberg berechnet das Übungsmaß (er bedient sich des Ausdrucks „Übungskoeffizient) als arithmetisches Mittel aus folgenden Ausdrücken:

$$\frac{a_2 - a_1}{a_1 \cdot 1}$$

$$\frac{a_3 - a_2}{a_2 \cdot 1}, \quad \frac{a_3 - a_1}{a_1 \cdot 2}$$

. . . . . .

$$\frac{a_n - a_{n-1}}{a_{n-1} \cdot 1}, \quad \frac{a_n - a_{n-2}}{a_{n-2} \cdot 2} \cdots \frac{a_n - a_1}{a_1 (n-1)}.$$

Da Amberg eine Begründung seines Verfahrens nicht mitteilt, insbesondere nicht die Voraussetzungen nennt, unter denen es strenge Gültigkeit besitzen soll, so lasse ich mich hier auf keinerlei Diskussion ein, sondern lehne das Verfahren solange als unberechtigt ab, bis eine Begründung erfolgt sein wird. Ambergs Verfahren scheint nicht viel Nachahmer gefunden zu haben. Zwar Haenel beruft sich ausdrücklich auf Amberg, rechnet aber in Wirklichkeit nach dem sofort zu besprechenden Riversschen Verfahren. (Die Beurteilung der Proberechnung bei Haenel a. a. O. S. 335 wird durch einen Rechenfehler in dem ersten Beispiel erschwert; das richtige Resultat ist 76,14.) Auch Kafemann und Miesemer berufen sich auf Amberg; ich möchte aber vermuten, daß sie gleichfalls nach Rivers gerechnet haben, ebenso wie Bolton, Hylan und Kraepelin, sowie Lindley, welch letztere sich auf Amberg berufen, dabei aber gleichzeitig Haenel zitieren. Zu einer Nachprüfung der einschlägigen Rechnungen habe ich mich in diesen Fällen nicht veranlaßt gesehen.

Rivers berechnet das Übungsmaß als arithmetisches Mittel aus folgenden Ausdrücken:

$$\frac{a_2 - a_1}{1}$$

$$\frac{a_3 - a_2}{1}, \quad \frac{a_3 - a_1}{2}$$

$$\frac{a_n - a_{n-1}}{1}, \quad \frac{a_n - a_{n-2}}{2} \ldots \frac{a_n - a_1}{n-1}.$$

Hier ist also offenbar auf das oben S. 72 entwickelte, zu der Formel (II) führende Verfahren ausgegangen. Doch legt Rivers fehlerhafter Weise allen Ausdrücken das gleiche Gewicht bei. Folgende Autoren bekennen sich ausdrücklich zu dem Riversschen Verfahren: Aschaffenburg, Haenel, Hoch und Kraepelin, Weygandt. Wie bereits bemerkt wurde, haben aber auch Haenel und vermutlich auch Kafemann, Miesemer, Bolton, Hylau und Kraepelin, Lindley nach dem Riversschen Verfahren gerechnet.

IV. Über die Verwendung von Übungsmaßen.

Ich spreche hier nur von Übungsmaßen, welche unter den in Abschnitt II dieses Paragraphen ausgeführten Voraussetzungen nach linearen Verfahrungsweisen gewonnen sind; es ist übrigens leicht zu übersehen, welche Abänderungen die folgenden Ausführungen erfahren müssen, um auch auf andere Übungsmaße anwendbar zu sein. Das Übungsmaß dient entweder als Hauptindex oder als Hilfsindex. Als Hauptindex dient es zur Vergleichung verschiedener Personen hinsichtlich ihrer Übungsfähigkeit oder zur Vergleichung der Übungsfähigkeit derselben Person in verschiedenen Zuständen. Als Hilfsindex dient es zur Korrektur des Hauptindex behufs Erfüllung des cetera paria (s. § 22, III).

Als Hauptindex ist das Übungsmaß jeder Zeit eine für die Beurteilung der Versuchsperson wertvolle Größe. Selbstverständlich muß man sich bei der Deutung von Resultaten vor Augen halten, daß das Übungsmaß nicht ohne weiteres dem „reinen“ Übungsfortschritt proportional zu sein braucht, sondern eventuell in höchst komplizierter Weise durch den Übungsabfall bedingt wird; es ist auch unzulässig, ein unter bestimmten Umständen ermitteltes Übungsmaß ohne weiteres als Maßstab für die „allgemeine“ Übungsfähigkeit der Person anzusehen; im Gegenteil sind zunächst nur solche Übungsmaße mit einander vergleichbar, welche nach derselben Reagenzmethode gewonnen sind und zwar durch Versuchsreihen von gleicher Länge, gleichem Anfangsstadium und einem gleich großen sowie gleich verteilten Quantum übender Tätigkeit. Weicht die zu Grunde liegende Übungskurve erheblich von der geraden Linie ab, so ist der hierdurch entstehende Fehler noch neben

dem wahrscheinlichen Fehler des repräsentierenden Mittelwertes zu berücksichtigen.

Als Hilfsindex versucht man bisweilen das Übungsmaß nutzbar zu machen, wenn zwei zu vergleichende Konstellationen auf verschiedenen Übungsstadien liegen, so daß der beobachtete Ausschlag eventuell durch die Übungswirkung entstanden sein könnte. Der günstigste Fall ist hier der, daß die betreffenden Konstellationen durch ein ebenso großes Quantum übender Arbeit und ein ebenso großes Zeitintervall von einander getrennt sind, wie die Versuche, welche die zur Berechnung des Übungsmaßes dienenden a-Werte geliefert haben. Aber auch in diesem Falle beeinträchtigt der Fehler, welcher durch die Abweichung der Übungskurve von der geraden Linie entsteht, die Anwendbarkeit; es ist auch zu bedenken, daß die Differenz der Konstellationen einen Einfluß auf die Übungsfähigkeit haben könnte. Weichen vollends die Umstände von jenem günstigsten Falle ab, ist insbesondere das Zeitintervall zwischen den zu vergleichenden Konstellationen kleiner als 24 Stunden, so komplizieren sich die Verhältnisse außerordentlich, und infolge unserer mangelhaften Kenntnisse über den Übungsabfall und das Abklingen der Nebeneffekte kann es kommen, daß man nicht einmal angeben kann, ob die mit dem Übungsvorgang zusammenhängenden Prozesse eine Erhöhung oder eine Erniedrigung des Index bewirken, geschweige denn, daß man die Veränderung quantitativ bestimmen könnte. Als Hilfsindex gewährt also das Übungsmaß zur Zeit nur geringen Nutzen.

V. Die Übungsmaße bei meinen Versuchen.

1. Die Berechnung.

Als a dient für jeden Versuchstag das arithmetische Mittel aus den Resultaten aller Vormittagsversuche. Das Berechnungsverfahren liefert Formel (III) in Abschnitt II dieses Paragraphen. Da aber bei meinen Versuchen nicht jeder Tag die gleiche Versuchszahl aufweist (insbesondere bei Reihe 4) so wurden die Differenzen $a_\nu - a_1$ u. s. w. nicht durch $\nu - 1$ d. h. die Zahl der dazwischenliegenden Versuchstage dividiert, sondern durch die Zahl der dazwischenliegenden Einzelversuche. Das Übungsmaß gibt also den durch einen Reagenzversuch bewirkten Übungsschritt an. Als Versuchsstage mit gleichen Konstellationen betrachte ich die, welche auf denselben Wochentag fallen.

Reihe 3 enthält nur 4 aufeinander folgende Unterrichtstage; hier besitzt die Formel (III) keinen besonderen Vorzug; sie wurde aber der Gleichmäßigkeit wegen auch hier angewandt, wobei der erste Versuchstag mit dem dritten und der zweite mit dem vierten als unter gleicher Konstellation stehend betrachtet wurde.

In Reihe 2 bestimme ich das Übungsmaß aus den Tagen Dienstag bis Freitag der beiden Wochen.

In Reihe 1 und 5 bestimme ich 3 Übungsmaße E, nämlich $E_{1\,2}$ aus den 12 Unterrichtstagen der beiden ersten Wochen, $E_{2\,3}$ aus den 12 Unterrichtstagen der beiden letzten Wochen und $E_{1\,3}$ aus denen der ersten und der letzten Woche. $\left(E_{1\,3} = \frac{E_{1\,2} + E_{2\,3}}{2}\right)$

In Reihe 4 bestimme ich $E_{1\,2}$ aus den Tagen Dienstag bis Sonnabend der beiden ersten Wochen, $E_{2\,3}$ analog aus den beiden letzten Wochen, und $E_{1\,3} = \frac{E_{1\,2} + E_{2\,3}}{2}$, obgleich der wahre Wert von $E_{1\,3}$ wegen der wechselnden Versuchszahlen am Sonntag und Montag von dem in dieser Weise berechneten Werte etwas abweicht.

Tabelle 14.

V.-P.	$E_{1\,2}$	$E_{2\,3}$	$E_{1\,3}$
(Reihe 1)			
A.	0,417	0,195	0,306
B.	0,283	0,490	0,386
(Reihe 2)			
A.	1,929		
B.	1,131		
(Reihe 3)			
E.	7,296		
B.	3,111		
(Reihe 4)			
An.	1,266	1,140	1,203
Ar.	1,007	0,569	0,788
Br.	1,443	1,130	1,286
R.	1,275	0,961	1,118
Sch.	1,509	0,936	1,222
W.	1,708	2,494	2,101
Ba.	1,525	0,790	1,157
(Reihe 5)			
C.	1,000	0,677	0,838
D.	1,214	0,666	0,940

Behandlung von Lücken:

1) Sofern nur ein Versuch an einem Tage ausfällt, wird dies einfach ignoriert, d. h. der Tagesdurchschnitt wird aus den übrigen Versuchen bestimmt und die Zahl der übenden Versuche als unverändert betrachtet.

2) Bei Ba. (Reihe 4) fällt der Dienstag der 2. Woche ganz aus; es werden sämtliche Indices nur aus den Tagen Mittwoch bis Sonnabend berechnet.

3) Bei Sch. (Reihe 4) fällt der Donnerstag der 3. Woche ganz aus; $E_{2\,3}$ wird aus den Tagen Dienstag, Mittwoch, Freitag, Sonnabend der letzten beiden Wochen berechnet, wobei die Formel (III) in leicht zu übersehender Weise modifiziert werden muß.

Auf eine Begründung der Einzelheiten meines Verfahrens und eine Diskussion seiner Fehlerquellen kann ich nicht eingehen.

Um das unmittelbare Verständnis der Tabelle 14 zu erleichtern, zeige ich an einigen Beispielen die Bedeutung der mitgeteilten Zahlen: 1) in Reihe 1 hat A. bei jedem Versuch (nach der Methode zur Messung der Auffassungsfähigkeit) durchschnittlich 0,417 Fehler weniger begangen als bei dem unmittelbar vorhergehenden Versuch; 2) in Reihe 2 hat A. bei jedem Versuch durchschnittlich 1,929″ weniger zur Ausführung der 350 Additionen gebraucht als bei dem unmittelbar vorhergehenden Versuch; 3) in Reihe 2 hat E. bei jedem Versuch durchschnittlich 7,296 Additionen mehr ausgeführt (in 6′) als bei dem unmittelbar vorhergehenden Versuch.

2. Resultate.

a) Das Übungsmaß als Hauptindex.

(1.) Vergleichung verschiedener Versuchspersonen.

Reihe 4 und 5 lassen sich wegen der fast völligen Gleichheit der benutzten Reagenzmethoden zusammenfassen, sodaß neun Versuchspersonen untereinander verglichen werden können. Als Unterschiede sind freilich im Auge zu behalten: 1) Reihe 4 hat mehr Vorversuche als Reihe 5; 2) Reihe 4 hat durchschnittlich in der Woche einige Versuche mehr; 3) die Verteilung der Versuche ist bei Reihe 4 infolge der Lücken und der Nachmittagsversuche eine andere; 4) in Reihe 4 ist während der 3 letzten Unterrichtstage bei jedem Versuch 6′ hindurch gerechnet worden. Diese Faktoren wirken teils für, teils gegen eine Erhöhung des Übungsmaßes. Die Reihenfolge der Versuchspersonen nach der Größe des Übungsmaßes ist:

nach $E_{1\,2}$: W. Ba. Sch. Br. R. An. D. Ar. C.,

nach $E_{2\,3}$: W. An. Br. R. Sch. Ba. C. D. Ar.

Die geringe Korrelation zwischen beiden Reihen ist bemerkenswert

und ein gewichtiges Argument gegen übertriebene Hoffnungen auf mental tests. W. zeigt das größte Übungsmaß, C, D. und Ar. das kleinste; die übrigen Versuchspersonen wechseln ihre Plätze so stark, daß eine Gruppierung keinen Wert hat. Nach $E_{1\,2}$ behaupten die 8 bezw. 9jährigen Versuchspersonen den Vorrang; nach $E_{2\,3}$ stehen sie (abgesehen von W.) hinter den 14jährigen zurück; die 18jährigen Versuchspersonen kommen im allgemeinen hinter den jüngeren.

(2.) Das Übungsmaß derselben Versuchsperson auf verschiedenen Übungsstadien.

Das Übungsmaß ist, wie zu erwarten, auf den höheren Übungsstadien meist kleiner. Ausnahmen sind B. (Reihe 1) und W. (Reihe 4). Ob die Ursache für ihr Verhalten in einer zufälligen Indisposition während der 2. Woche, oder in einem wirklich abweichenden Verhalten des Übungsfortschrittes zu suchen ist, lasse ich dahingestellt. Für W. könnte man auch an das S. 23f. Gesagte über sein Verständnis für die Reagenzversuche erinnern. Natürlich würde man bei weiterer Fortsetzung der Reihe auch bei diesen Versuchspersonen endlich auf abnehmende Übungsmaße stoßen; aber man sieht aus diesen Fällen, daß man der Übungskurve nicht ohne weiteres eine Funktion mit negativem 2. Differential-Quotienten unterlegen darf.

b) Das Übungsmaß als Hilfsindex zur Korrektur des cetera paria.

Nach dem in Abschnitt III dieses Paragraphen Gesagten kann nicht davon die Rede sein, daß man bei meinen Tageskurven, deren Konstellationen in Abständen von je einer Stunde auf einander folgen, die den einzelnen Konstellationen entsprechenden Werte des Index mittels des Übungsmaßes genau korrigieren, d. h. von dem Einflusse der Übung befreien könnte. Doch gehört in diesen Zusammenhang die auf S. 40 angeführte und zur Diskussion des cetera paria benutzte Beziehung zwischen dem Übungsmaß und dem Anstieg der Unterrichtskurve. Ich verzichte auf eine Angabe des einschlägigen Zahlenmaterials und will nur darauf hinweisen, daß zur Beweisführung nicht die nach der Vorschrift des § 11 berechneten Tageskurven dienen können, sondern nur solche, bei denen jeder Wert direkt als arithmetisches Mittel aus den Rohwerten berechnet ist.

§ 19. Die absoluten Werte der Indices.

Während in den übrigen Paragraphen stets der Ausschlag des Index behandelt wird, soll hier einiges über den absoluten Wert mitgeteilt

belle 15 werden aus den Tagesdurchschnitten der

fehlt an einem Tage ein Versuch, so wird

Tabelle 15.

V.-P.	1. Woche	2. Woche	3. Woche	Hauptwert
(Reihe 1)				
A.	52,48	32,48	23,12	36,03
B.	106,60	92,97	69,47	89,68
(Reihe 2)				
A.	369,11	493,19		431,15
B.	421,13	506,85		463,99
(Reihe 3)				
E.				373,50
B.				452,68
(Reihe 4)				
An.	317,24	374,20	428,90	373,45
Ar.	331,36	376,68	403,44	370,49
Br.	310,20	375,12	430,48	371,93
R.	191,74	249,12	290,44	243,77
Sch.	227,36	293,76	331,30	284,14
W.	97,44	174,28	274,04	181,92
Ba.	100,40	166,50	194,56	153,82
(Reihe 5)				
C.	328,33	376,31	408,83	371,16
D.	300,64	358,90	390,88	350,14

der Tagesdurchschnitt aus den übrigen Versuchen berechnet; bei Reihe 4 kommen nur die Vormittage in Betracht, und die 6. Minute (sofern überhaupt vorhanden) bleibt unberücksichtigt. Außer bei Reihe 3 wird nach Wochen fraktioniert und der Hauptwert als arithmetisches Mittel aus den Werten für die einzelnen Wochen gefunden. Die Montage sind bei Reihe 4 ganz fortgelassen; fehlt sonst ein ganzer Vormittag, so wird der Wochendurchschnitt aus den übrigen Tagen berechnet. Die Zahlen für Reihe 2 und 3 sind durch Proportionsrechnung auf die in 5′ zu erwartende Menge ausgeführter Additionen umgerechnet.

Eine nähere Betrachtung lohnen Reihe 4 und 5; sie können bei der Übereinstimmung ihrer Reagenzmethoden zusammengefaßt werden (über die Unterschiede s. § 18 S. 79). Ich gebe die Reihenfolge der Versuchspersonen nach der Größe des Index:

und ein gewichtiges Argument gegen übertriebene Hoffnungen auf mental tests. W. zeigt das größte Übungsmaß, C, D. und Ar. das kleinste; die übrigen Versuchspersonen wechseln ihre Plätze so stark, daß eine Gruppierung keinen Wert hat. Nach $E_{1\,2}$ behaupten die 8 bezw. 9jährigen Versuchspersonen den Vorrang; nach $E_{2\,3}$ stehen sie (abgesehen von W.) hinter den 14jährigen zurück; die 18jährigen Versuchspersonen kommen im allgemeinen hinter den jüngeren.

(2.) Das Übungsmaß derselben Versuchsperson auf verschiedenen Übungsstadien.

Das Übungsmaß ist, wie zu erwarten, auf den höheren Übungsstadien meist kleiner. Ausnahmen sind B. (Reihe 1) und W. (Reihe 4). Ob die Ursache für ihr Verhalten in einer zufälligen Indisposition während der 2. Woche, oder in einem wirklich abweichenden Verhalten des Übungsfortschrittes zu suchen ist, lasse ich dahingestellt. Für W. könnte man auch an das S. 23f. Gesagte über sein Verständnis für die Reagenzversuche erinnern. Natürlich würde man bei weiterer Fortsetzung der Reihe auch bei diesen Versuchspersonen endlich auf abnehmende Übungsmaße stoßen; aber man sieht aus diesen Fällen, daß man der Übungskurve nicht ohne weiteres eine Funktion mit negativem 2. Differential-Quotienten unterlegen darf.

b) Das Übungsmaß als Hilfsindex zur Korrektur des cetera paria.

Nach dem in Abschnitt III dieses Paragraphen Gesagten kann nicht davon die Rede sein, daß man bei meinen Tageskurven, deren Konstellationen in Abständen von je einer Stunde auf einander folgen, die den einzelnen Konstellationen entsprechenden Werte des Index mittels des Übungsmaßes genau korrigieren, d. h. von dem Einflusse der Übung befreien könnte. Doch gehört in diesen Zusammenhang die auf S. 40 angeführte und zur Diskussion des cetera paria benutzte Beziehung zwischen dem Übungsmaß und dem Anstieg der Unterrichtskurve. Ich verzichte auf eine Angabe des einschlägigen Zahlenmaterials und will nur darauf hinweisen, daß zur Beweisführung nicht die nach der Vorschrift des § 11 berechneten Tageskurven dienen können, sondern nur solche, bei denen jeder Wert direkt als arithmetisches Mittel aus den Rohwerten berechnet ist.

§ 19. Die absoluten Werte der Indices.

Während in den übrigen Paragraphen stets der Ausschlag des Index behandelt wird, soll hier einiges über den absoluten Wert mitgeteilt werden.

Die Zahlen der Tabelle 15 werden aus den Tagesdurchschnitten der Unterrichtstage berechnet; fehlt an einem Tage ein Versuch, so wird

Tabelle 15.

V.-P.	1. Woche	2. Woche	3. Woche	Hauptwert
(Reihe 1)				
A.	52,48	32,48	23,12	36,03
B.	106,60	92,97	69,47	89,68
(Reihe 2)				
A.	369,11	493,19		431,15
B.	421,13	506,85		463,99
(Reihe 3)				
E.				373,50
B.				452,68
(Reihe 4)				
An.	317,24	374,20	428,90	373,45
Ar.	331,36	376,68	403,44	370,49
Br.	310,20	375,12	430,48	371,93
R.	191,74	249,12	290,44	243,77
Sch.	227,36	293,76	331,30	284,14
W.	97,44	174,28	274,04	181,92
Ba.	100,40	166,50	194,56	153,82
(Reihe 5)				
C.	328,33	376,31	408,83	371,16
D.	300,64	358,90	390,88	350,14

der Tagesdurchschnitt aus den übrigen Versuchen berechnet; bei Reihe 4 kommen nur die Vormittage in Betracht, und die 6. Minute (sofern überhaupt vorhanden) bleibt unberücksichtigt. Außer bei Reihe 3 wird nach Wochen fraktioniert und der Hauptwert als arithmetisches Mittel aus den Werten für die einzelnen Wochen gefunden. Die Montage sind bei Reihe 4 ganz fortgelassen; fehlt sonst ein ganzer Vormittag, so wird der Wochendurchschnitt aus den übrigen Tagen berechnet. Die Zahlen für Reihe 2 und 3 sind durch Proportionsrechnung auf die in 5′ zu erwartende Menge ausgeführter Additionen umgerechnet.

Eine nähere Betrachtung lohnen Reihe 4 und 5; sie können bei der Übereinstimmung ihrer Reagenzmethoden zusammengefaßt werden (über die Unterschiede s. § 18 S. 79). Ich gebe die Reihenfolge der Versuchspersonen nach der Größe des Index:

1. Woche:	Ar.	C.	An.	Br.	D.	Sch.	R.	Ba.	W.
2. „	C.	Ar.	Br.	An.	D.	Sch.	R.	W.	Ba.
3. „	Br.	An.	C.	Ar.	D.	Sch.	R.	W.	Ba.
Hauptwert:	An.	Br.	C.	Ar.	D.	Sch.	R.	W.	Ba.

Die Reihenfolge D bis Ba. ist fast konstant. Wenn C., Br., An., Ar. ihre Plätze oft wechseln, so geschieht das, weil der Unterschied zwischen ihnen sehr gering ist, wie im Hauptwert besonders deutlich zu erkennen ist. Zwischen den 14jährigen Versuchspersonen (An., Ar., Br.) und den 9 resp. 8jährigen Versuchspersonen (R., Sch., W., Ba.) besteht ein großer Unterschied, dagegen nicht der geringste zwischen den 14jährigen und den 18jährigen (C. und D.).

Kritischer Teil.

§ 20. Angaben über die einschlägige Literatur.

Ich durchsuchte nach einschlägigen Arbeiten die Literaturverzeichnisse in den wissenschaftlichen psychologischen Zeitschriften, in der „Zeitschrift für Schulgesundheitspflege", in Burgerstein und Netolitzkys „Handbuch der Schulhygiene" (2. Aufl. 1902), sowie in Baginskys „Handbuch der Schulhygiene" (1900). Absolute Vollständigkeit meines Literatur-Verzeichnisses kann dabei nicht beansprucht werden; doch ist es vollständiger, als die bisher veröffentlichten.

Die Auswahl der aufzunehmenden Untersuchungen bestimmte sich nach § 2 und § 5. Nach § 2 kommen als Reagentien in Betracht alle Indices, welche Empfänglichkeitsindices sind, oder mit diesen im Zusammenhang stehen, d. h. also fast alle Indices, die von psychologischen und nervenphysiologischen Faktoren abhängen. Nach § 5 kommen von den Agentien alle die in Betracht, welche ganz oder zum Teil aus den im „Unterricht" enthaltenen Elementen zusammengesetzt sind. Die Entscheidung ist nicht immer leicht zu treffen; ich habe im allgemeinen lieber eine Abhandlung zu viel als zu wenig aufgenommen.

Liste 1. Nichtexperimentelle Arbeiten.

Anton, Über geistige Ermüdung der Schüler im gesunden und kranken Zustand. Halle 1900.

Aschaffenburg, Welchen Nutzen kann die experimentelle Psychologie der Pädagogik bringen? „Die Kinderfehler", Ztschr. f. pädag. Pathologie u. Therapie **1.** 37. 1896.

Baginsky, Handbuch der Schulhygiene. 1900. 2. Bd. S. 247.

Binet et Henry, La fatigue intellectuelle. Paris 1898.

Brahn, Die Geisteshygiene in der Schule. Deutsche mediz. Wochenschrift **23.** 419. 1897.

Burgerstein, Notizen zur Hygiene des Unterrichts und des Lehrerberufs. Jena 1901.

Burgerstein u. Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene. Jena 1902 (2. Aufl.).

Cossmann, Über die Hygiene der geistigen und körperlichen Arbeit. Pädag. Archiv. **39.** 645. 1897.

Dessoir, „Ermüdung" in Reins enzyklopädischem Handbuch der Pädagogik. 1895.

Galton, Remarks on replies by teachers respecting mental fatigue. Journ. of the anthropological Institute **18.** 157. 1889.

Henri, Étude sur le travail psychique et physique. Année psychol. **3.** 232. 1897.

Hirschlaff, Zur Methodik und Kritik der Ergographen-Messungen. Ztschr. f. pädag. Psychol. u. Pathol. **3.** 184. 1901.

Joteyko, „Fatigue" in Richets Dictionnaire de Physiologie S. 188. 1904.

Kraepelin, Zur Hygiene der Arbeit. Jena 1896.

— Über die Messung der geistigen Leistungsfähigkeit und Ermüdbarkeit. Verhandlungen d. Ges. dtsch. Naturforscher und Ärzte, 70. Versammlg. Düsseldorf 1898. 2. Teil. 1. Hälfte. S. 217.

— Über Ermüdungsmessungen. Arch. f. d. ges. Psychol. **1.** 1903.

Lobsien, Über die psychologisch-pädagogischen Methoden zur Erforschung der geistigen Ermüdung. Ztsch. f. pädag. Psychol. u. Pathol. **2.** 273 u. 352. 1900.

Meumann, Entstehung und Ziele der Experimentellen Pädagogik. Die Deutsche Schule **5.** 65. 139. 213. 272. 1901.

Schaefer, Arbeitskraft und Schule. Frankfurt u. Leipzig.

Schiller, Der Stundenplan. Samml. v. Abh. a. d. pädag. Psychologie u. Physiologie Bd. 1. Heft 1. 1897.

Tümpel, Über die Versuche, geistige Ermüdung durch mechanische Messungen zu untersuchen. Ztsch. f. Philos. u. Pädag. **5.** 31, 108, 195. 1898.

Wehmer, Enzyklopädisches Handbuch der Schulhygiene, Artikel „Überbürdung" S. 958. 1904.

Liste 2. Experimentelle Arbeiten ausschließlich der in Liste 3 aufgeführten.

Amberg, Über den Einfluß von Arbeitspausen auf die geistige Leistungsfähigkeit Ps. A. **1.** 300. 1896.

Baur, Die Ermüdung der Schüler in neuem Lichte. Pädagog. Bausteine Heft 17. Berlin 1902.

Bechterew, Über die Geschwindigkeitsänderung der psychischen Prozesse zu verschiedenen Tageszeiten. Neurologisches Centraltralblatt **12.** 290. 1893.

Bellei, Contributo allo studio della fatica mentale nelli fanciulli. Riv. sperim. di freniatria **30.** 17. 1904.

Bettmann, Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch körperliche und geistige Arbeit. Ps. A. **1.** 152. 1896.

Bergström, Experimental study of some of the conditions of mental activity. American Journ. of Psychol. **6.** 247. 1894.

Bolton, Über die Beziehungen zwischen Ermüdung, Raumsinn der Haut und Muskelleistung. Ps. A. **4.** 175. 1902.

Bum, Über periphere und zentrale Ermüdung. Wiener mediz. Presse **37.** 1497. 1896.

Burgerstein, Die Arbeitskurve einer Schulstunde. Ztsch. f. Schulgesundheitspflege 1891 S. 1.

Clavière, Le travail intellectuel dans ses rapports avec la force musculaire mesurée au dynamomètre. Année psychologique **7.** 206. 1901.

Dresslar, Some influences, which affect the rapidity of voluntary movements. Americ. Journ. of Psychol. **4.** 514. 1892.

Drury and Folsom, Effect of study for examinations on the nervous and mental conditions of female students. Psychol. Review **5.** 55. 1898.

Ellis and Shipe, Study of the accuracy of the present methods of testing fatigue. Americ. Journ. of Psychol. **14.** 496. 1903.

Germann, On the invalidity of the aesthesiometric method as a measure mental fatigue. Psychol. Review **6.** 598. 1899.

Gineff, Prüfung der Methoden zur Messung geistiger Ermüdung. Dissert. Zürich 1899.

Großmann, Einige Resultate der Kinderforschung in Chicagoer Schulen. „Die Kinderfehler", Ztsch. f. Kinderforschung **6.** 181 u. 233.

Heller, Ermüdungsmessungen an schwachsinnigen Schulkindern. Wiener mediz. Presse **40.** 423, 461 u. 506.

Heümann, Über die Beziehungen zwischen Arbeitsdauer und Pausenwirkung Ps. A. **4.** 538. 1904.

Holmes, The fatigue of a school hour. Pedag. Seminary **3.** 216.

Höpfner, Über die geistige Ermüdung der Schulkinder. Ztsch. f. Psychol. **6.** 191. 1894.

Januschke, Daten zur gesundheitsmäßigen Regelung unserer Schulverhältnisse. Ztsch. f. d. Realschulwesen **19.** 641. 1894.

Burgerstein, Notizen zur Hygiene des Unterrichts und des Lehrerberufs. Jena 1901.

Burgerstein u. Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene. Jena 1902 (2. Aufl.).

Cossmann, Über die Hygiene der geistigen und körperlichen Arbeit. Pädag. Archiv. **39.** 645. 1897.

Dessoir, „Ermüdung" in Reins enzyklopädischem Handbuch der Pädagogik. 1895.

Galton, Remarks on replies by teachers respecting mental fatigue. Journ. of the anthropological Institute **18.** 157. 1889.

Henri, Étude sur le travail psychique et physique. Année psychol. **3.** 232. 1897.

Hirschlaff, Zur Methodik und Kritik der Ergographen-Messungen. Ztschr. f. pädag. Psychol. u. Pathol. **3.** 184. 1901.

Joteyko, „Fatigue" in Richets Dictionnaire de Physiologie S. 188. 1904.

Kraepelin, Zur Hygiene der Arbeit. Jena 1896.

— Über die Messung der geistigen Leistungsfähigkeit und Ermüdbarkeit. Verhandlungen d. Ges. dtsch. Naturforscher und Ärzte, 70. Versammlg. Düsseldorf 1898. 2. Teil. 1. Hälfte. S. 217.

— Über Ermüdungsmessungen. Arch. f. d. ges. Psychol. **1.** 1903.

Lobsien, Über die psychologisch-pädagogischen Methoden zur Erforschung der geistigen Ermüdung. Ztsch. f. pädag. Psychol. u. Pathol. **2.** 273 u. 352. 1900.

Meumann, Entstehung und Ziele der Experimentellen Pädagogik. Die Deutsche Schule **5.** 65. 139. 213. 272. 1901.

Schaefer, Arbeitskraft und Schule. Frankfurt u. Leipzig.

Schiller, Der Stundenplan. Samml. v. Abh. a. d. pädag. Psychologie u. Physiologie Bd. 1. Heft 1. 1897.

Tümpel, Über die Versuche, geistige Ermüdung durch mechanische Messungen zu untersuchen. Ztsch. f. Philos. u. Pädag. **5.** 31, 108, 195. 1898.

Wehmer, Enzyklopädisches Handbuch der Schulhygiene, Artikel „Überbürdung" S. 958. 1904.

Liste 2. Experimentelle Arbeiten ausschließlich der in Liste 3 aufgeführten.

Amberg, Über den Einfluß von Arbeitspausen auf die geistige Leistungsfähigkeit Ps. A. **1.** 300. 1896.

Baur, Die Ermüdung der Schüler in neuem Lichte. Pädagog. Bausteine Heft 17. Berlin 1902.

Bechterew, Über die Geschwindigkeitsänderung der psychischen Prozesse zu verschiedenen Tageszeiten. Neurologisches Centraltralblatt **12.** 290. 1893.

Bellei, Contributo allo studio della fatica mentale nelli fanciulli. Riv. sperim. di freniatria **30.** 17. 1904.

Bettmann, Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch körperliche und geistige Arbeit. Ps. A. **1.** 152. 1896.

Bergström, Experimental study of some of the conditions of mental activity. American Journ. of Psychol. **6.** 247. 1894.

Bolton, Über die Beziehungen zwischen Ermüdung, Raumsinn der Haut und Muskelleistung. Ps. A. **4.** 175. 1902.

Bum, Über periphere und zentrale Ermüdung. Wiener mediz. Presse **37.** 1497. 1896.

Burgerstein, Die Arbeitskurve einer Schulstunde. Ztsch. f. Schulgesundheitspflege 1891 S. 1.

Clavière, Le travail intellectuel dans ses rapports avec la force musculaire mesurée au dynamomètre. Année psychologique **7.** 206. 1901.

Dresslar, Some influences, which affect the rapidity of voluntary movements. Americ. Journ. of Psychol. **4.** 514. 1892.

Drury and Folsom, Effect of study for examinations on the nervous and mental conditions of female students. Psychol. Review **5.** 55. 1898.

Ellis and Shipe, Study of the accuracy of the present methods of testing fatigue. Americ. Journ. of Psychol. **14.** 496. 1903.

Germann, On the invalidity of the aesthesiometric method as a measure mental fatigue. Psychol. Review **6.** 598. 1899.

Gineff, Prüfung der Methoden zur Messung geistiger Ermüdung. Dissert. Zürich 1899.

Großmann, Einige Resultate der Kinderforschung in Chicagoer Schulen. „Die Kinderfehler", Ztsch. f. Kinderforschung **6.** 181 u. 233.

Heller, Ermüdungsmessungen an schwachsinnigen Schulkindern. Wiener mediz. Presse **40.** 423, 461 u. 506.

Heümann, Über die Beziehungen zwischen Arbeitsdauer und Pausenwirkung Ps. A. **4.** 538. 1904.

Holmes, The fatigue of a school hour. Pedag. Seminary **3.** 216.

Höpfner, Über die geistige Ermüdung der Schulkinder. Ztsch. f. Psychol. **6.** 191. 1894.

Januschke, Daten zur gesundheitsmäßigen Regelung unserer Schulverhältnisse. Ztsch. f. d. Realschulwesen **19.** 641. 1894.

Burgerstein, Notizen zur Hygiene des Unterrichts und des Lehrerberufs. Jena 1901.

Burgerstein u. Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene. Jena 1902 (2. Aufl.).

Cossmann, Über die Hygiene der geistigen und körperlichen Arbeit. Pädag. Archiv. **39.** 645. 1897.

Dessoir, „Ermüdung" in Reins enzyklopädischem Handbuch der Pädagogik. 1895.

Galton, Remarks on replies by teachers respecting mental fatigue. Journ. of the anthropological Institute **18.** 157. 1889.

Henri, Étude sur le travail psychique et physique. Année psychol. **3.** 232. 1897.

Hirschlaff, Zur Methodik und Kritik der Ergographen-Messungen. Ztschr. f. pädag. Psychol. u. Pathol. **3.** 184. 1901.

Joteyko, „Fatigue" in Richets Dictionnaire de Physiologie S. 188. 1904.

Kraepelin, Zur Hygiene der Arbeit. Jena 1896.

— Über die Messung der geistigen Leistungsfähigkeit und Ermüdbarkeit. Verhandlungen d. Ges. dtsch. Naturforscher und Ärzte, 70. Versammlg. Düsseldorf 1898. 2. Teil. 1. Hälfte. S. 217.

— Über Ermüdungsmessungen. Arch. f. d. ges. Psychol. **1.** 1903.

Lobsien, Über die psychologisch-pädagogischen Methoden zur Erforschung der geistigen Ermüdung. Ztsch. f. pädag. Psychol. u. Pathol. **2.** 273 u. 352. 1900.

Meumann, Entstehung und Ziele der Experimentellen Pädagogik. Die Deutsche Schule **5.** 65. 139. 213. 272. 1901.

Schaefer, Arbeitskraft und Schule. Frankfurt u. Leipzig.

Schiller, Der Stundenplan. Samml. v. Abh. a. d. pädag. Psychologie u. Physiologie Bd. 1. Heft 1. 1897.

Tümpel, Über die Versuche, geistige Ermüdung durch mechanische Messungen zu untersuchen. Ztsch. f. Philos. u. Pädag. **5.** 31, 108, 195. 1898.

Wehmer, Enzyklopädisches Handbuch der Schulhygiene, Ar „Überbürdung" S. 958. 1904.

Liste 2. Experimentelle Arbeiten aus ich der in I aufgeführten.

Amberg, Über den Einfluß von Arb m auf Leistungsfähigkeit Ps. A. **1.** 300.

Baur, Die Ermüdung der Schüler in ne steine Heft 17. Berlin 1902.

Joteyko et Stefanowka, Recherches algésimétriques. Bullet. Acad. Roy. Belg. Classe des Sciences 1903.

Keller, Pädagogisch-psychometrische Studien. Biologisches Centralblatt **14.** 24, 38 u. 328 sowie **17.** 440.

Larguier de Bancels, Essai de comparaison des différentes méthodes proposées pour la mesure de la fatigue intellectuelle. Année Psych. **5.** 190. 1899.

— Notes sur les variations de la mémoire au cours de la journée. Année Psychol. 1902. S. 205.

Leuba, On the validity of the Griesbach method of determining fatigue. Psychol. Review **6.** 573. 1899.

Lindley, Über Arbeit und Ruhe. Ps. A. **3.** 482. 1901.

Lobsien, Versuch einer Ermüdungsmessung nach der Methode Kraepelins. Päd.-psychol. Studien **7.** 1906.

— Experimentelle Studien zur Individualpsychologie. Ztsch. f. Philos. u. Pädag. **10.** 177, 257, 353, 449.

Miesemer, Über psychische Wirkungen körperlicher und geistiger Arbeit. Ps. A, **4.** 375. 1902.

Mosso, Über die Gesetze der Ermüdung. Archiv f. Anatomie und Physiologie, Physiologische Abteilg. 1890. S. 89.

— Die Ermüdung. Dtsch. v. Glinzer 1892.

Netschajeff, Über Auffassung. Sammlg. v. Abhandlgn. a. d. pädag. Psychologie u. Physiologie. Bd. 7. 1904.

Oseretzkowsky u. Kraepelin, Beeinflussung der Muskelleistung durch verschiedene Arbeitsbedingungen. Ps. A. **3.** 587. 1901.

Pillsbury, Attention wawes as a means of measuring fatigue. Americ. Journ. of Psychol. **14.** 541. 1903.

Schlesinger, Ästhesiometrische Untersuchungen und Ermüdungsmessungen an schwachbegabten Schulkindern. Archiv. f. Kinderheilkunde **41.** Heft 3 u. 4. 1905.

Schulze, 500,000 Rechenaufgaben, eine experimentelle Untersuchung. Praktischer Schulmann **44.** 340.

Schuyten, Sur les méthodes de mensuration de la fatigue des écoliers. Arch. de Psychol. **2.** 321. 1903.

— Influence de la température atmosphérique sur l'attention volontaire des élèves. Bulletins de l'Ac. Roy. des Sciences de Belgique. 3. ser. tome 34 p. 367.

Seashore, A method of measuring mental work: the psychergograph Univ. Jowa Stud. Psychol. **3.** 1. (Referat s. Ztsch. f. Psychol. **37.** 279.)

Sikorsky, Sur les effets de la lassitude provoquées par les travaux intellectuels chez les enfants de l'âge scolaire. Annales d'hygiène publique 3. ser. tome 2. p. 458.

Stern, Über Psychologie der individuellen Differenzen. Leipzig 1900.

Storey, Studies in voluntary muscular contraction. Dissert. Leland Stanford Junior University, California 1904.

Thorndike, Mental fatigue. Psychol. Review **7.** 466, 547. 1900.

Weygandt, Über den Einfluß des Arbeitswechsels auf fortlaufende geistige Arbeit. Ps. A. **2.** 118. 1899.

Welch, On the measurement of mental activity through muscular activity and determ. of a constant of attention. Americ. Journ. of Physiol. **1.** 283. 1898.

Wiersma, Untersuchungen über die sogenannten Aufmerksamkeitsschwankungen. Ztsch. f. Psychol. **26.** 168. 1901 u. **28.** 179. 1902 u. **31.** 110. 1903.

Liste 3. Aufzählung und Literaturnachweis der in § 21 auszugsweise mitgeteilten Versuchsreihen.

(Die vor dem Kolon stehende Bezeichnung dient im folgenden als Abkürzung; die Seitenzahlen beziehen sich speziell auf die betr. Versuchsreihe.)

Bellei (Diktatschreiben 1)[1]: La stanchezza mentale nei fanciulli delle pubbliche scuole. Bologna 1901. S. 8—114.

— (Diktatschreiben 2): ebenda: S. 115—127.

— (Diktatschreiben 3): ebenda S. 128—135.

— (Kombinieren 1): Intorno alla capacità intellettuale di raggazzi e raggazze. Riv. sperim. di freniatria **27.** 446. 1901.

— (Kombinieren 2): ebenda.

Blazek: Ermüdungsmessungen mit dem Federästhesiometer an Schülern des Franz-Joseph-Gymnasiums in Lemberg. Ztsch. f. pädag. Psychol. **1.** 311—325.

Dankwarth: „Beiträge zur Schulgesundheitspflege" in der Festschrift zur 11. Generalversammlung des allgemeinen sächsischen Lehrervereins. Dresden 1897. S. 35—40.

Ebbinghaus (Behalten)[2]: Über eine neue Methode zur Prüfung geistiger Fähigkeiten. Ztsch. f. Psychol. **13.** 409—410 u. 419—420 u. 422—423 u. 440—441.

— (Kombinieren): ebenda S. 411—418 u. 420—422 u. 423—424 u. 444—453.

1) Ein kurzer Bericht findet sich: Rivista speriment. di freniatria **26.** 692.

2) Ich bediene mich des Ausdrucks „Behalten" als Abkürzung für „Methode der behaltenen Glieder".

Ebbinghaus (Rechnen): ebenda S. 409 u. 422 u. 441—444.
Friedrich (Diktatschreiben): Untersuchungen über die Einflüsse der Arbeitsdauer und der Arbeitspausen auf die geistige Leistungsfähigkeit der Schüler. Ztsch. f. Psychol. **13.** 3—33.
— (Rechnen): ebenda S. 33—51.
Griesbach[1]): Beziehungen zwischen geistiger Ermüdung und Empfindungsvermögen der Haut. Arch. f. Hygiene **24.** 145—185. Dasselbe: Energetik und Hygiene des Nervensystems in der Schule. München u. Leipzig 1895.
Komsies[2]): Arbeitshygiene der Schule auf Grund von Ermüdungsmessungen. Sammlg. v. Abh. a. d. päd. Psych. u. Physiol. **2.** Heft 1. S. 1—24.
Laser: Über geistige Ermüdung beim Schulunterricht. Ztsch. f. Schulgesundheitspflege **7.** 2—13.
Lay: Experimentelle Didaktik. Wiesbaden 1903. S. 407—411 und 418—419.
Lobsien (Lesen): Unterricht und Ermüdung. Langensalza 1899. S. 26—53.
— (Zeitschätzung): Ermüdung und Zeitschätzung. Pädag.-psychol. Studien **4.** 46—47.
Netschajeff: Veränderungen der Aufmerksamkeitsschwankungen als Kennzeichen geistiger Ermüdung bei Schulkindern. Pädag.-psychol. Studien **3.** 9—13.
Richter (arithmetische Aufgaben): Unterricht und geistige Ermüdung. Lehrproben und Lehrgänge aus der Praxis der Gymnasien und Realgymnasien. Heft 45. S. 16—21.
— (griechische Formen): ebenda S. 21—23.
Ritter (Behalten): Ermüdungsmessungen. Ztsch. f. Psychol. **24.** 409—422.
— (Buchstaben-Durchstreichen): ebenda S. 424—432.
Rivers und Kraepelin: Über Ermüdung und Erholung. Ps. A. **1.** 627.
Römer: Weygandt, Römers Versuche über Nahrungsaufnahme und geistige Leistungsfähigkeit. Ps. A. **2.** 696.
Sakaki: Ermüdungsmessungen in 4 japanischen Schulen. Intern. Arch. f. Schulhygiene **1.** 54—56 u. 67—87 u. 95—98.

---

1) Die Beschreibung des Griesbachschen Ästhesiometers findet sich; Deutsche mediz. Wochenschrift **23.** 478. 1897.

2) Ein vorläufiger Bericht findet sich: Deutsche med. Wochenschrift **22.** 433. 1896.

Schuyten: Influence des variations de la température atmosphérique sur l'attention volontaire des élèves. Bullet. de l'Acad. Roy. Belg. 3. ser. tome 32 S. 315.
Dasselbe: Paedologish Jaarboek 1. 183.
Teljatnik[1]): Burgerstein und Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene (2. Aufl. 1902).
Dasselbe: Burgerstein, Notizen zur Hygiene des Unterrichts und des Lehrerberufs. Jena 1901. S. 3—4 u. 34—36.
— (Ruhekurven)[1]): Burgerstein u. Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene (2. Aufl. 1902).
Vannod (Ästhesiometer): La fatigue intellectuelle et son influence sur la sensibilité cutanée. Dissert. Bern 1896. S. 17—44.
— (Algesiometer): ebenda S. 49—60.
Wagner: Unterricht und Ermüdung. Sammlg. v. Abh. a. d. päd. Psych. u. Physiol. Bd. 1. Heft 4. S. 6—112.

§ 21. Übersicht über die näher zu besprechenden Versuchsreihen.

Die Menge und die Disparatheit der einschlägigen Untersuchungen schließen eine Behandlung aller aus. Ich beschränke deshalb Referat, Kritik und Urteil auf einen kleinen Kreis von 33 Versuchsreihen. Die übrigen Versuchsreihen werden dabei nicht vollständig vernachlässigt, sondern die Art der Behandlung, insbesondere die Gesichtspunkte, welche im folgenden Paragraphen erörtert werden, können mutatis mutandis auch auf diese Anwendung finden.

Die Auswahl der 33 Versuchsreihen wurde in der Weise vorgenommen, daß alle Untersuchungen zusammengestellt wurden, welche Unterrichts- oder Ruhekurven für den Vormittag im Sinne des § 5 liefern, unter Ausschluß jedoch derjenigen, welche ergographische und dynamometrische Reagenzmethoden benutzen, sowie einiger Versuchsreihen, welche zu wenig Versuche enthalten oder zu spärliche Nachrichten über ihre Resultate oder ihre Methodik bringen; auch Versuche an pathologischen Individuen blieben ausgeschlossen.

Die folgenden Seiten geben für jede dieser 33 Versuchsreihen die wichtigsten methodischen Daten und das Hauptresultat, und zwar der Übersichtlichkeit halber nach einem einheitlichen Schema. Folgendes sei dazu bemerkt:

1. Die Methodik der Vergleichung, d. h. die Angaben, welche für

1) Der Originalbericht, in russischer Sprache, ist mir nicht zugänglich.

die Vergleichung der Konstellationen wichtig sind, sind so ausführlich wiedergegeben, wie es auf Grund des Originalberichts möglich war.

2. Die Methodik der Messung, d. h. die Beschreibung der Reagenzmethode, ist knapp gehalten. Eine genaue Besprechung würde viel Raum beanspruchen; sie ist für die Kritik nur dann wichtig, wenn mehrere Versuchsreihen mit verwandten Reagenzmethoden vorliegen; diese Fälle sind in § 23 besonders besprochen.

3. Die Namen der Reagenzmethoden rühren zum Teil von mir her. Ich ging bei ihrer Wahl von dem Prinzip aus, daß durch den Namen der empirisch zu beobachtende Vorgang charakterisiert werden müsse, und nicht die Deutung, welche der betr. Experimentator seinen Resultaten zu geben geneigt ist. Ausdrücke wie „psychische Energie", „attention volontaire", „Leistungsfähigkeit" sind durch weniger anspruchsvolle ersetzt.

4. Von den Resultaten konnten nur die Hauptdurchschnitte mitgeteilt werden. In vielen Fällen mußte ich diese erst berechnen; ich habe dann, sofern nicht ausdrücklich anders bemerkt, den der Rechnung zu Grunde gelegten Ausgangswerten (diese sind von Fall zu Fall aufgeführt) gleiches Gewicht beigelegt und das arithmetische Mittel aus ihnen berechnet. Die Reihenfolge der mitgeteilten Zahlen entspricht jederzeit der Reihe der Konstellationen.

5. Es konnte in vielen Fällen nicht über alle Konstellationen, Versuchstage und Versuchspersonen des Originalberichts referiert werden, z. B. wenn einige Konstellationen anderen Zwecken dienen, oder einige Versuchspersonen nicht alle Konstellationen aufweisen, oder gewisse Versuchstage unter abweichenden Bedingungen stehen. Ich habe dabei folgende Prinzipien innegehalten: a) Wenn ein Versuchstag überhaupt eine von den angegebenen Konstellationen enthält, so ist er auch aufgeführt und bei Berechnung der Resultate berücksichtigt, sofern nicht anderes ausdrücklich mitgeteilt ist. b) Wenn eine Versuchsperson an den mitgeteilten Versuchstagen teilgenommen hat, so ist sie auch aufgeführt, und ihre Resultate sind verwertet, sofern nicht entweder der Originalbericht die betr. Versuche verwirft, oder in meinem Bericht ausdrücklich anderes mitgeteilt ist.

6. Wo der Originalbericht über den Zeitpunkt des Schulbeginns nichts aussagt, habe ich der bequemen Darstellungsweise halber 8^h angenommen.

7. Wo bei der Zeitangabe für eine Konstellation einer der Buchstaben A, M, E steht, so bedeutet dies, daß der Versuch am Anfang bezw. in der Mitte oder am Ende einer Unterrichtsstunde stattfand; wo derselben Stelle einer der Buchstaben F und U steht, so bedeutet

dies, daß der Versuch während der Freizeit bezw. während des Unterrichts stattfand. Fehlen die betr. Angaben, so sind sie auch im Originalbericht nicht vorhanden.

8. Weitere Abkürzungen sind: V.-L. für Versuchsleiter, V.-T. für Versuchstag, V.-P. für Versuchsperson.

9. Die Versuchsreihen liefern im allgemeinen Unterrichtskurven; Ruheversuche sind ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

10. Wenn eine ganze Schulklasse als Versuchsobjekt dient, so finden diejenigen Einzelversuche, welche nach Konstellation und Lage innerhalb der Versuchsreihe übereinstimmen, für alle Schüler der betr. Klasse gleichzeitig statt.

11. Bei der Menge des im folgenden zur Darstellung gelangenden Materials, bei der vielfach recht unmethodischen Darstellung in den Originalberichten und bei der Schwierigkeit, die unter so verschiedenen Umständen angestellten Versuche nach einem einheitlichen Schema zu behandeln, muß ich mit der Möglichkeit rechnen, daß mir trotz großen Aufwandes von Mühe und Zeit gelegentlich ein Fehler unterlaufen ist. Ich hoffe, daß, wer auch immer solche Fehler entdecken sollte, die Schuld daran einem Versehen und nicht etwa einer Leichtfertigkeit oder gar Absicht von meiner Seite zuschreiben wird.

Bellei (Diktatschreiben 1). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 15 E F (?), 11^h 0 E F (?), 11^h 45 E F (?). |Versuchstage: Für jede V.-P. 4 Versuchstage, deren jeder eine Konstellation enthält; Reihenfolge und Abstand der V.-T. ist nicht angegeben. |Reagens: Diktatschreiben (s. § 23). |Versuchsdauer: 20′—25′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P. 320 Volksschüler, 11—12jährig, d. i. 6 Klassen 5. Jahrgangs; 140 Volksschülerinnen, 11—12jährig, d. i. 3 Klassen 5. Jahrganges; in Bologna. |Resultate: 1) Prozentsatz der Fehler: 1,187, 0,928, 0,931, 0,962; 2) Prozentsatz der Korrekturen[1]): 0,106, 0,140, 0,130, 0,099.

Bellei (Diktatschreiben 2). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T. Für jede V.-P. ein V.-T. mit einer Konstellation. |Reagens: Diktatschreiben (wie bei 1); doch für jede Konstellation dasselbe Diktat. |Versuchsdauer: 20′—25′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Drei Knaben-Elementarklassen, 10—11jährig, durchschnittlich zu 64 Schülern, für jede Konstellation eine Klasse; drei Mädchen-Elementarklassen, durchschnittlich zu 43 Schülerinnen, desgleichen; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus der Kurve der Knaben und der Kurve der Mädchen): 1) Fehlerprozente; 0,948, 1,083, 1,094; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,071, 0,044, 0,065.

Bellei (Diktatschreiben 3). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Für jede V.-P. 3 V.-T., deren jeder eine Konstellation enthält; Reihenfolge der Versuche: 9^h 15, 10^h 30, 11^h 40; Abstand der V.-T. nicht angegeben. |Reagens: Diktatschreiben (wie bei 1); doch für jede Konstellation dasselbe Diktat. |Versuchsdauer: 20′—25′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 50 Volksschülerinnen,

---

1) Unter Korrekturen sind Änderungen verstanden, welche die V.-P. selbst angebracht hat.

11jährig, d. i. eine Klasse 4. Jahrganges; in Bologna. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,452, 0,490, 0,666; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,067, 0,032, 0,024.

Bellei (Kombinieren 1). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); die einzelne V.-P. hat bei jeder Konstellation einen anderen Text; aber von der Gesamtheit der V.-P. werden bei jeder Konstellation dieselben Texte bearbeitet, nur in anderer Verteilung. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P: 5 Knaben- und 2 Mädchenklassen fünften Jahrganges, jede etwa zu 50 Zöglingen im Alter von 11—12 Jahren; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Silben: 53,32, 50,94, 51,16; 2) Menge der von einer V.-P. richtig ausgefüllten Silben: 39,16, 39,26, 36,46; 3) Fehlerprozente: 26,88, 25,36, 25,24.

Bellei (Kombinieren 2). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); für jede Konstellation ein anderer Text. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 50 Volksschüler, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; etwa 50 Volksschülerinnen, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-V. ausgefüllten Silben: 54,74, 66,74, 54,38; 2) Menge der richtig ausgefüllten Silben: 38,47, 55,98, 45,74; 3) Fehlerprozente: 29,78, 15,19, 17,04.

Blazek. Konstellationen: 8^h A, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Jede „Kurve" (s. u.) entspricht einem V.-T. mit allen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Etwa 1'. |Versuchsraum: ? |V.-P.: Gymnasiasten in Lemberg (s. u.). |Resultate: B. teilt 26 Kurven mit, deren jede von einer V.-P. herrührt; mehrere rühren von derselben her (S. 318). Vermutlich stellen die 26 Kurven nur eine Auswahl aus B.'s Resultaten dar. Ich habe nur diejenigen 24 Kurven, welche alle Konstellationen enthalten, zur Berechnung benutzt. Spitzenabstände in mm: 21,3, 29,7, 28,0, 27,0, 26,7.

Dankwarth. Konstellationen: 8^h A U, vor 9^h E U, nach 9^h A U, vor 10^h E U, nach 10^h A U, vor 11^h E U, nach 11^h A W, vor 12^h E U, nach 12^h A U, 1^h E U. |V.-T.: 2 V.-T., jeder mit allen V.-P. und allen Konstellationen; Abstand 1 Woche. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: Am 1. V.-T. 5'; am 2. V.-T. 3'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 40 Volksschüler d. 1. Klasse; Alter ?; in Dresden. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 2035, 2103, 2155, 2149, 2046, 2023, 1981, 2238, 2205, 2104; 2) Prozentsatz der richtig gerechneten Aufgaben: 94,15, 92,53, 93,41, 90,41, 93,16, 92,04, 92,38, 92,81, 93,83, 92,63.

Ebbinghaus (Behalten). Konstellationen: 8^h A U, 9^h E U, 10^h E U, 11^h E U, 12^h E U, 1^h E U. |V.-T.: Ein V.-T. mit allen V.-P. und allen Konstellationen. |Reagens: Behalten (s. § 23). |Versuchsdauer: 5'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 175 Personen: Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Quarta und Sexta eines Gymnasiums, Klasse I und Va einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resul-

tate: E. gibt nur die Durchschnittswerte für die 1. und 2. Konstellation zusammengenommen, sowie für die 5. und 6. Konstellation zusammengenommen an. Zahl der von einem Schüler in einer Zahlenreihe begangenen Fehler (von mir berechnet aus den Zahlen für die einzelnen Klassen): 6,1, 4,4.

Ebbinghaus (Kombinieren). Konstellationen: wie bei Ebbinghaus (Behalten), doch referiere ich nur über diejenigen V.-P., welche an den 5 ersten Konstellationen vollständig teilgenommen haben. |V.-T.: wie bei Ebbinghaus (Behalten). |Reagens: Kombinieren (s. § 23). |Versuchsdauer: 5'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 450 Personen; Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums, Klasse IIa, IVa u. b, Va u. b, VIa u. b einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate (von mir berechnet aus den Kurven der einzelnen Klassen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Lücken: 45,1, 42,8, 40,8, 42,9, 42,4; 2) Fehlerprozente: 15,3, 21,0, 29,0, 27,4, 28,2.

Ebbinghaus (Rechnen). Konstellationen und V.-T.: wie bei Ebbinghaus, Behalten. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 275 Personen; Ober-Sekunda, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums und Kl. I, IVa, Va, VI einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate: 1) Menge der von einer V.-P. gerechneten Aufgaben: 183, 248, 268, 272, 254, (259); 2) Fehlerprozente: 1,1, 1,5, 1,6, 1,8, 1,9, (1,9).

Friedrich (Diktatschreiben). Konstellationen[1]): 8^h A U, 9^h E F (?), 10^h E F (?), 11^h E F (?). |V.-T.: 4 V.-T., deren jeder eine Konstellation für alle V.-P. enthält; Reihenfolge und Abstand der V.-T. nicht angegeben. |Reagens: Diktatschreiben (s. § 23). |Versuchsdauer: 30'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 51 Volksschüler, d. i. 1 Klasse im 4. Jahrgang, 10jährig; in Würzburg. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,216, 0,377, 0,671, 0,625; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,091, 0,078, 0,123, 0,104.

Friedrich (Rechnen). Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Alle anderen Bestimmungen wie beim Diktatschreiben. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 9112, 10326, 10258, 10378; 2) Fehlerprozente: 1,119, 1,638, 1,954, 1,936; 3) Prozentsatz der Korrekturen: 0,548, 0,619, 0,739, 0,713.

Griesbach. Konstellationen: 7^h A, 8^h E, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Für jede V.-P. ein V.-T. mit sämtlichen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Pro Schwellenbestimmung $^1/_2$—1'; bei jedem Versuch 6, bisweilen 12 Schwellenbestimmungen. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 39 Personen, 10—18jährig: Schüler aus 14 verschiedenen Klassen einer Ober-Realschule, eines Gymnasiums und einer Industrieschule; in Mülhausen (Elsaß). |Resultate (von mir berechnet aus allen vollständigen Kurven, also von 32 Personen aus 12 verschiedenen Klassen; es sind nur die Werte für „scharfe Spitzen" benutzt): Spitzenabstände in mm: Glabella: 5,8, 7,7, 8,4, 8,5, 8,5, 9,1; Nasenspitze: 2,5, 3,1, 3,4, 3,4, 3,4, 3,6; Rot der Unterlippe: 2,0, 2,3, 2,5, 2,4, 2,5, 2,6; Jochbein-Mitte: 7,0, 10,5, 12,2, 13,2, 13,1, 13,6; Rechter Daumenballen[2]): 5,1, 6,4, 6,7, 7,1, 6,7, 7,1; Rechte Zeigefingerkuppe: 1,7 2,1, 2,2, 2,2, 2,2, 2,2.

Kemsies. Konstellationen: 8^h 30 M U, 9^h 30 M U, 10^h 30 M U, 11^h 30 M U, 12^h 30 M. U. |V.-T.[3]): 18 Einzelversuche, bei deren jedem alle V.-P. beteiligt sind, verteilen

1) Die Versuche mit verkürzten Pausen sind nicht angegeben.

2) V.-P. 2 der unteren Industrieklasse scheidet aus.

3) Die V.-T. mit mehr als 60" Arbeitszeit pro Aufgabe sind nicht berücksichtigt, desgl. nicht die Versuche vom 21. Februar.

11jährig, d. i. eine Klasse 4. Jahrganges; in Bologna. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,452, 0,490, 0,666; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,067, 0,032, 0,024.

Bellei (Kombinieren 1). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); die einzelne V.-P. hat bei jeder Konstellation einen anderen Text; aber von der Gesamtheit der V.-P. werden bei jeder Konstellation dieselben Texte bearbeitet, nur in anderer Verteilung. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P: 5 Knaben- und 2 Mädchenklassen fünften Jahrganges, jede etwa zu 50 Zöglingen im Alter von 11—12 Jahren; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Silben: 53,32, 50,94, 51,16; 2) Menge der von einer V.-P. richtig ausgefüllten Silben: 39,16, 39,26, 36,46; 3) Fehlerprozente: 26,88, 25,36, 25,24.

Bellei (Kombinieren 2). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); für jede Konstellation ein anderer Text. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 50 Volksschüler, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; etwa 50 Volksschülerinnen, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-V. ausgefüllten Silben: 54,74, 66,74, 54,38; 2) Menge der richtig ausgefüllten Silben: 38,47, 55,98, 45,74; 3) Fehlerprozente: 29,78, 15,19, 17,04.

Blazek. Konstellationen: 8^h A, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Jede „Kurve" (s. u.) entspricht einem V.-T. mit allen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Etwa 1'. |Versuchsraum: ? |V.-P.: Gymnasiasten in Lemberg (s. u.). |Resultate: B. teilt 26 Kurven mit, deren jede von einer V.-P. herrührt; mehrere rühren von derselben her (S. 318). Vermutlich stellen die 26 Kurven nur eine Auswahl aus B.'s Resultaten dar. Ich habe nur diejenigen 24 Kurven, welche alle Konstellationen enthalten, zur Berechnung benutzt. Spitzenabstände in mm: 21,3, 29,7, 28,0, 27,0, 26,7.

Dankwarth. Konstellationen: 8^h A U, vor 9^h E U, nach 9^h A U, vor 10^h E U, nach 10^h A U, vor 11^h E U, nach 11^h A W, vor 12^h E U, nach 12^h A U, 1^h E U. |V.-T.: 2 V.-T., jeder mit allen V.-P. und allen Konstellationen; Abstand 1 Woche. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: Am 1. V.-T. 5'; am 2. V.-T. 3'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 40 Volksschüler d. 1. Klasse; Alter ?; in Dresden. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 2035, 2103, 2155, 2149, 2046, 2023, 1981, 2238, 2205, 2104; 2) Prozentsatz der richtig gerechneten [illegible]: 94,15, 92,53, 93,41, 90,41, 93,16, 92,04, 92,38, 92,81, 93,83, 92,63.

[illegible]binghaus (Behalten). Konstellationen: 8^h A U, 9^h E U, 10^h E U, 11^h E U, 1^h E U. |V.-T.: Ein V.-T. mit allen V.-P. und allen Konstellationen. |Reagens: Behalten (s. § 23). |Versuchsdauer: 5'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 175 Personen: Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Quarta und Sexta des Gymnasiums, Klasse I und Va einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resul-

tate: E. gibt nur die Durchschnittswerte für die 1. und 2. Konstellation zusammengenommen, sowie für die 5. und 6. Konstellation zusammengenommen an. Zahl der von einem Schüler in einer Zahlenreihe begangenen Fehler (von mir berechnet aus den Zahlen für die einzelnen Klassen): 6,1, 4,4.

Ebbinghaus (Kombinieren). Konstellationen: wie bei Ebbinghaus (Behalten), doch referiere ich nur über diejenigen V.-P., welche an den 5 ersten Konstellationen vollständig teilgenommen haben. |V.-T.: wie bei Ebbinghaus (Behalten). |Reagens: Kombinieren (s. § 23). |Versuchsdauer: 5′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 450 Personen; Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums, Klasse IIa, IVa u. b, Va u. b, VIa u. b einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate (von mir berechnet aus den Kurven der einzelnen Klassen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Lücken: 45,1, 42,8, 40,8, 42,9, 42,4; 2) Fehlerprozente: 15,3, 21,0, 29,0, 27,4, 28,2.

Ebbinghaus (Rechnen). Konstellationen und V.-T.: wie bei Ebbinghaus, Behalten. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 10′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 275 Personen; Ober-Sekunda, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums und Kl. I, IVa, Va, VI einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate: 1) Menge der von einer V.-P. gerechneten Aufgaben: 183, 248, 268, 272, 254, (259); 2) Fehlerprozente: 1,1, 1,5, 1,6, 1,8, 1,9, (1,9).

Friedrich (Diktatschreiben). Konstellationen[1]): 8^h A U, 9^h E F (?), 10^h E F (?), 11^h E F (?). |V.-T.: 4 V.-T., deren jeder eine Konstellation für alle V.-P. enthält; Reihenfolge und Abstand der V.-T. nicht angegeben. |Reagens: Diktatschreiben (s. § 23). |Versuchsdauer: 30′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 51 Volksschüler, d. i. 1 Klasse im 4. Jahrgang, 10jährig; in Würzburg. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,216, 0,377, 0,671, 0,625; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,091, 0,078, 0,123, 0,104.

Friedrich (Rechnen). Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Alle anderen Bestimmungen wie beim Diktatschreiben. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 9112, 10326, 10258, 10378; 2) Fehlerprozente: 1,119, 1,638, 1,954, 1,936; 3) Prozentsatz der Korrekturen: 0,548, 0,619, 0,739, 0,713.

Griesbach. Konstellationen: 7^h A, 8^h E, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Für jede V.-P. ein V.-T. mit sämtlichen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Pro Schwellenbestimmung $^1/_2$—1′; bei jedem Versuch 6, bisweilen 12 Schwellenbestimmungen. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 39 Personen, 10—18jährig: Schüler aus 14 verschiedenen Klassen einer Ober-Realschule, eines Gymnasiums und einer Industrieschule; in Mülhausen (Elsaß). |Resultate (von mir berechnet aus allen vollständigen Kurven, also von 32 Personen aus 12 verschiedenen Klassen; es sind nur die Werte für „scharfe Spitzen“ benutzt): Spitzenabstände in mm: Glabella: 5,8, 7,7, 8,4, 8,5, 8,5, 9,1; Nasenspitze: 2,5, 3,1, 3,4, 3,4, 3,4, 3,6; Rot der Unterlippe: 2,0, 2,3, 2,5, 2,4, 2,5, 2,6; Jochbein-Mitte: 7,0, 10,5, 12,2, 13,2, 13,1, 13,6; Rechter Daumenballen[2]): 5,1, 6,4, 6,7, 7,1, 6,7, 7,1; Rechte Zeigefingerkuppe: 1,7 2,1, 2,2, 2,2, 2,2, 2,2.

Kemsies. Konstellationen: 8^h 30 M U, 9^h 30 M U, 10^h 30 M U, 11^h 30 M U, 12^h 30 M. U. |V.-T.[3]): 18 Einzelversuche, bei deren jedem alle V.-P. beteiligt sind, verteilen

1) Die Versuche mit verkürzten Pausen sind nicht angegeben.

2) V.-P. 2 der unteren Industrieklasse scheidet aus.

3) Die V.-T. mit mehr als 60″ Arbeitszeit pro Aufgabe sind nicht berücksichtigt, desgl. nicht die Versuche vom 21. Februar.

11jährig, d. i. eine Klasse 4. Jahrganges; in Bologna. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,452, 0,490, 0,666; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,067, 0,032, 0,024.

Bellei (Kombinieren 1). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); die einzelne V.-P. hat bei jeder Konstellation einen anderen Text; aber von der Gesamtheit der V.-P. werden bei jeder Konstellation dieselben Texte bearbeitet, nur in anderer Verteilung. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P: 5 Knaben- und 2 Mädchenklassen fünften Jahrganges, jede etwa zu 50 Zöglingen im Alter von 11—12 Jahren; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Silben: 53,32, 50,94, 51,16; 2) Menge der von einer V.-P. richtig ausgefüllten Silben: 39,16, 39,26, 36,46; 3) Fehlerprozente: 26,88, 25,36, 25,24.

Bellei (Kombinieren 2). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); für jede Konstellation ein anderer Text. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 50 Volksschüler, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; etwa 50 Volksschülerinnen, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-V. ausgefüllten Silben: 54,74, 66,74, 54,38; 2) Menge der richtig ausgefüllten Silben: 38,47, 55,98, 45,74; 3) Fehlerprozente: 29,78, 15,19, 17,04.

Blazek. Konstellationen: 8^h A, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Jede „Kurve" (s. u.) entspricht einem V.-T. mit allen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Etwa 1'. |Versuchsraum: ? |V.-P.: Gymnasiasten in Lemberg (s. u.). |Resultate: B. teilt 26 Kurven mit, deren jede von einer V.-P. herrührt; mehrere rühren von derselben her (S. 318). Vermutlich stellen die 26 Kurven nur eine Auswahl aus B.'s Resultaten dar. Ich habe nur diejenigen 24 Kurven, welche alle Konstellationen enthalten, zur Berechnung benutzt. Spitzenabstände in mm: 21,3, 29,7, 28,0, 27,0, 26,7.

Dankwarth. Konstellationen: 8^h A U, vor 9^h E U, nach 9^h A U, vor 10^h E U, nach 10^h A U, vor 11^h E U, nach 11^h A W, vor 12^h E U, nach 12^h A U, 1^h E U. |V.-T.: 2 V.-T., jeder mit allen V.-P. und allen Konstellationen; Abstand 1 Woche. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: Am 1. V.-T. 5'; am 2. V.-T. 3'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 40 Volksschüler d. 1. Klasse; Alter ?; in [illegible]resden. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 2035, 2103, [illegible]5, 2149, 2046, 2023, 1981, 2238, 2205, 2104; 2) Prozentsatz der richtig gerechneten [illegible]gaben: 94,15, 92,53, 93,41, 90,41, 93,16, 92,04, 92,38, 92,81, 93,83, 92,63.

Ebbi[illegible] (Behalten). Konstellationen: 8^h A U, 9^h E U, 10^h E U, 11^h E U, E [illegible] [illegible].-T.: Ein V.-T. mit allen V.-P. und allen Konstellationen. |Rea- [illegible] 23). |Versuchsdauer: 5'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. [illegible]onen: Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Quarta und Sexta [illegible]lasse I und Va einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resul-

tate: E. gibt nur die Durchschnittswerte für die 1. und 2. Konstellation zusammengenommen, sowie für die 5. und 6. Konstellation zusammengenommen an. Zahl der von einem Schüler in einer Zahlenreihe begangenen Fehler (von mir berechnet aus den Zahlen für die einzelnen Klassen): 6,1, 4,4.

Ebbinghaus (Kombinieren). Konstellationen: wie bei Ebbinghaus (Behalten), doch referiere ich nur über diejenigen V.-P., welche an den 5 ersten Konstellationen vollständig teilgenommen haben. |V.-T.: wie bei Ebbinghaus (Behalten). |Reagens: Kombinieren (s. § 23). |Versuchsdauer: 5′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 450 Personen; Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums, Klasse IIa, IVa u. b, Va u. b, VIa u. b einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate (von mir berechnet aus den Kurven der einzelnen Klassen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Lücken: 45,1, 42,8, 40,8, 42,9, 42,4; 2) Fehlerprozente: 15,3, 21,0, 29,0, 27,4, 28,2.

Ebbinghaus (Rechnen). Konstellationen und V.-T.: wie bei Ebbinghaus, Behalten. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 10′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 275 Personen; Ober-Sekunda, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums und Kl. I, IVa, Va, VI einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate: 1) Menge der von einer V.-P. gerechneten Aufgaben: 183, 248, 268, 272, 254, (259); 2) Fehlerprozente: 1,1, 1,5, 1,6, 1,8, 1,9, (1,9).

Friedrich (Diktatschreiben). Konstellationen[1]): 8^h A U, 9^h E F (?), 10^h E F (?), 11^h E F (?). |V.-T.: 4 V.-T., deren jeder eine Konstellation für alle V.-P. enthält; Reihenfolge und Abstand der V.-T. nicht angegeben. |Reagens: Diktatschreiben (s. § 23). |Versuchsdauer: 30′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 51 Volksschüler, d. i. 1 Klasse im 4. Jahrgang, 10jährig; in Würzburg. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,216, 0,377, 0,671, 0,625; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,091, 0,078, 0,123, 0,104.

Friedrich (Rechnen). Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Alle anderen Bestimmungen wie beim Diktatschreiben. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 9112, 10326, 10258, 10378; 2) Fehlerprozente: 1,119, 1,638, 1,954, 1,936; 3) Prozentsatz der Korrekturen: 0,548, 0,619, 0,739, 0,713.

Griesbach. Konstellationen: 7^h A, 8^h E, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Für jede V.-P. ein V.-T. mit sämtlichen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Pro Schwellenbestimmung ½—1′; bei jedem Versuch 6, bisweilen 12 Schwellenbestimmungen. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 39 Personen, 10—18jährig: Schüler aus 14 verschiedenen Klassen einer Ober-Realschule, eines Gymnasiums und einer Industrieschule; in Mülhausen (Elsaß). |Resultate (von mir berechnet aus allen vollständigen Kurven, also von 32 Personen aus 12 verschiedenen Klassen; es sind nur die Werte für „scharfe Spitzen“ benutzt): Spitzenabstände in mm: Glabella: 5,8, 7,7, 8,4, 8,5, 8,5, 9,1; Nasenspitze: 2,5, 3,1, 3,4, 3,4, 3,4, 3,6; Rot der Unterlippe: 2,0, 2,3, 2,5, 2,4, 2,5, 2,6; Jochbein-Mitte: 7,0, 10,5. 12,2, 13,2, 13,1, 13,6; Rechter Daumenballen[2]): 6,1, 6,4, 6,7, 7,1, 6,7, 7,1; Rechte Zeigefingerkuppe: 1,7 2,1, 2,2, 2,2, 2,2, 2,2.

Kemsies. Konstellationen: 8^h 30 M U, 9^h 30 M U, 10^h 30 M U, 11^h 30 M U, 12^h 30 M. U. |V.-T.[3]): 18 Einzelversuche, bei deren jedem alle V.-P. beteiligt sind, verteilen

1) Die Versuche mit verkürzten Pausen sind nicht angegeben.

2) V.-P. 2 der unteren Industrieklasse scheidet aus.

3) Die V.-T. mit mehr als 60″ Arbeitszeit pro Aufgabe sind nicht berücksichtigt, desgl. nicht die Versuche vom 21. Februar.

11jährig, d. i. eine Klasse 4. Jahrganges; in Bologna. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,452, 0,490, 0,666; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,067, 0,032, 0,024.

Bellei (Kombinieren 1). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); die einzelne V.-P. hat bei jeder Konstellation einen anderen Text; aber von der Gesamtheit der V.-P. werden bei jeder Konstellation dieselben Texte bearbeitet, nur in anderer Verteilung. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P: 5 Knaben- und 2 Mädchenklassen fünften Jahrganges, jede etwa zu 50 Zöglingen im Alter von 11—12 Jahren; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Silben: 53,32, 50,94, 51,16; 2) Menge der von einer V.-P. richtig ausgefüllten Silben: 39,16, 39,26, 36,46; 3) Fehlerprozente: 26,88, 25,36, 25,24.

Bellei (Kombinieren 2). Konstellationen: 9^h 15 A U, 10^h 30 M U, 11^h 45 E F (?). |V.-T.: Pro V.-P. und Konstellation ein V.-T.; es ist nicht zu ersehen, ob für alle Konstellationen derselbe V.-T. oder für jede Konstellation ein eigener V.-T. vorhanden ist; in letzterem Falle wäre die Reihenfolge und der Abstand der Versuche unbekannt. |Reagens: Kombinieren (s. § 23); für jede Konstellation ein anderer Text. |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 50 Volksschüler, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; etwa 50 Volksschülerinnen, 11—12jährig, d. i. 1 Klasse 5. Jahrganges; in Bologna. |Resultate (von mir berechnet aus den 4 Kurven für besser begabte Knaben resp. Mädchen und für schwächer begabte Knaben resp. Mädchen): 1) Menge der von einer V.-V. ausgefüllten Silben: 54,74, 66,74, 54,38; 2) Menge der richtig ausgefüllten Silben: 38,47, 55,98, 45,74; 3) Fehlerprozente: 29,78, 15,19, 17,04.

Blazek. Konstellationen: 8^h A, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Jede „Kurve" (s. u.) entspricht einem V.-T. mit allen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Etwa 1'. |Versuchsraum: ? |V.-P.: Gymnasiasten in Lemberg (s. u.). |Resultate: B. teilt 26 Kurven mit, deren jede von einer V.-P. herrührt; mehrere rühren von derselben her (S. 318). Vermutlich stellen die 26 Kurven nur eine Auswahl aus B.'s Resultaten dar. Ich habe nur diejenigen 24 Kurven, welche alle Konstellationen enthalten, zur Berechnung benutzt. Spitzenabstände in mm: 21,3, 29,7, 28,0, 27,0, 26,7.

Dankwarth. Konstellationen: 8^h A U, vor 9^h E U, nach 9^h A U, vor 10^h E U, nach 10^h A U, vor 11^h E U, nach 11^h A W, vor 12^h E U, nach 12^h A U, 1^h E U. |V.-T.: 2 V.-T., jeder mit allen V.-P. und allen Konstellationen; Abstand 1 Woche. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: Am 1. V.-T. 5'; am 2. V.-T. 3'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 40 Volksschüler d. 1. Klasse; Alter ?; in Dresden. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 2035, 2103, [illegible] 2149, 2046, 2023, 1981, 2238, 2205, 2104; 2) Prozentsatz der richtig gerechneten [illegible]: 94,15, 92,53, 93,41, 90,41, 93,16, 92,04, 92,38, 92,81, 93,83, 92,63.

[illegible]inghaus (Behalten). Konstellationen: 8^h A U, 9^h E U, 10^h E U, 11^h E U, 1^h E U. |V.-T.: Ein V.-T. mit allen V.-P. und allen Konstellationen. |Rea[illegible]behalten (s. § 23). |Versuchsdauer: 5'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |Etwa 175 Personen: Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Quarta und Sexta [illegible]ymnasiums, Klasse I und Va einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resul-

tate: E. gibt nur die Durchschnittswerte für die 1. und 2. Konstellation zusammengenommen, sowie für die 5. und 6. Konstellation zusammengenommen an. Zahl der von einem Schüler in einer Zahlenreihe begangenen Fehler (von mir berechnet aus den Zahlen für die einzelnen Klassen): 6,1, 4,4.

Ebbinghaus (Kombinieren). Konstellationen: wie bei Ebbinghaus (Behalten), doch referiere ich nur über diejenigen V.-P., welche an den 5 ersten Konstellationen vollständig teilgenommen haben. |V.-T.: wie bei Ebbinghaus (Behalten). |Reagens: Kombinieren (s. § 23). |Versuchsdauer: 5'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 450 Personen; Unter-Prima, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums, Klasse IIa, IVa u. b, Va u. b, VIa u. b einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate (von mir berechnet aus den Kurven der einzelnen Klassen): 1) Menge der von einer V.-P. ausgefüllten Lücken: 45,1, 42,8, 40,8, 42,9, 42,4; 2) Fehlerprozente: 15,3, 21,0, 29,0, 27,4, 28,2.

Ebbinghaus (Rechnen). Konstellationen und V.-T.: wie bei Ebbinghaus, Behalten. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 10'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: Etwa 275 Personen; Ober-Sekunda, Unter-Sekunda, Ober-Tertia, Unter-Tertia, Quarta, Quinta, Sexta eines Gymnasiums und Kl. I, IVa, Va, VI einer höheren Töchterschule; in Breslau. |Resultate: 1) Menge der von einer V.-P. gerechneten Aufgaben: 183, 248, 268, 272, 254, (259); 2) Fehlerprozente: 1,1, 1,5, 1,6, 1,8, 1,9, (1,9).

Friedrich (Diktatschreiben). Konstellationen[1]): 8^h A U, 9^h E F (?), 10^h E F (?), 11^h E F (?). |V.-T.: 4 V.-T., deren jeder eine Konstellation für alle V.-P. enthält; Reihenfolge und Abstand der V.-T. nicht angegeben. |Reagens: Diktatschreiben (s. § 23). |Versuchsdauer: 30'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 51 Volksschüler, d. i. 1 Klasse im 4. Jahrgang, 10jährig; in Würzburg. |Resultate: 1) Fehlerprozente: 0,216, 0,377, 0,671, 0,625; 2) Prozentsatz der Korrekturen: 0,091, 0,078, 0,123, 0,104.

Friedrich (Rechnen). Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Alle anderen Bestimmungen wie beim Diktatschreiben. |Resultate: 1) Menge der von allen V.-P. gerechneten Aufgaben: 9112, 10326, 10258, 10378; 2) Fehlerprozente: 1,119, 1,638, 1,954, 1,936; 3) Prozentsatz der Korrekturen: 0,548, 0,619, 0,739, 0,713.

Griesbach. Konstellationen: 7^h A, 8^h E, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Für jede V.-P. ein V.-T. mit sämtlichen Konstellationen. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Pro Schwellenbestimmung $^1/_2$—1'; bei jedem Versuch 6, bisweilen 12 Schwellenbestimmungen. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 39 Personen, 10—18jährig: Schüler aus 14 verschiedenen Klassen einer Ober-Realschule, eines Gymnasiums und einer Industrieschule; in Mülhausen (Elsaß). |Resultate (von mir berechnet aus allen vollständigen Kurven, also von 32 Personen aus 12 verschiedenen Klassen; es sind nur die Werte für „scharfe Spitzen" benutzt): Spitzenabstände in mm: Glabella: 5,8, 7,7, 8,4, 8,5, 8,5, 9,1; Nasenspitze: 2,5, 3,1, 3,4, 3,4, 3,4, 3,6; Rot der Unterlippe: 2,0, 2,3, 2,5, 2,4, 2,5, 2,6; Jochbein-Mitte: 7,0, 10,5, 12,2, 13,2, 13,1, 13,6; Rechter Daumenballen[2]): 5,1, 6,4, 6,7, 7,1, 6,7, 7,1; Rechte Zeigefingerkuppe: 1,7 2,1, 2,2, 2,2, 2,2, 2,2.

Kemsies. Konstellationen: 8^h 30 M U, 9^h 30 M U, 10^h 30 M U, 11^h 30 M U, 12^h 30 M. U. |V.-T.[3]): 18 Einzelversuche, bei deren jedem alle V.-P. beteiligt sind, verteilen

1) Die Versuche mit verkürzten Pausen sind nicht angegeben.

2) V.-P. 2 der unteren Industrieklasse scheidet aus.

3) Die V.-T. mit mehr als 60" Arbeitszeit pro Aufgabe sind nicht berücksichtigt, desgl. nicht die Versuche vom 21. Februar.

sich innerhalb von 8 Tagen auf 6 V.-T. und die 5 Konstellationen. |Reagens: Diskontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 12′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 55 Volksschüler, d. i. eine Klasse 3. Jahrganges, 10—11jährig; in Berlin. |Resultate (von mir berechnet aus den durchschnittlichen Klassenleistungen bei den einzelnen Versuchen): Fehlerprozente: 34,4, 40,9, 38,4, 38,8, 44,5.

Laser. Konstellationen: 8^h E U, 9^h E U, 10^h E U, 11^h E U, 12^h E U. |V.-T.: Pro V.-P. ein V.-T. mit sämtlichen Konstellationen. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 10′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 56 Volksschüler, d. i. eine Klasse 5. Jahrganges, durchschnittlich $11^1/_2$jährig; 58 Volksschüler, d. i. eine Klasse 4. Jahrganges, durchschnittlich $10^1/_2$jährig; 51 Volksschülerinnen, d. i. eine Klasse 5. Jahrganges, durchschnittlich 12jährig; 61 Volksschülerinnen, d. i. eine Klasse 4. Jahrganges, durchschnittlich 11jährig; in Königsberg. |Resultate (von mir berechnet aus den Kurven der einzelnen Klassen): 1) Menge der von einer V.-P. gerechneten Aufgaben: 155,3, 181,9, 192,9, 196,5, 204,2; 2) Fehlerprozente: 3,3, 3,6, 4,0, 4,1, 3,8; 3) Prozentsatz an Korrekturen: 1,1, 1,3, 1,4, 1,5, 1,5.

Lay. Konstellationen[1]): 7^h A, 8^h E, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Pro V.-P. 8 resp. 3 aufeinanderfolgende V.-T in jedem der Monate April und Mai sowie Juli bis Oktober; jeder V.-T. mit allen Konstellationen. |Reagens: Taktklopfen. Mit der rechten Hand wird der Dreitakt in einem Tempo geklopft, das am „angemessensten, bequemsten und behaglichsten“ erscheint; die linke registriert die Anzahl der Taktschläge, indem bei jedem vollendeten Dreitakt ein Strich ins Notizbuch gemacht wird. |Versuchsdauer: 1′. |Versuchsraum: ? |V.-P.: Etwa 30 Seminaristen, 17—18jährig; in Karlsruhe. |Resultate: Zahl der Taktschläge in 1′: 72,8, 73,4, 74,0, 74,5, 75,2, 73,6. |NB.: Lay teilt auch Versuche an Ferientagen mit. Über das Verhalten der V.-P. dabei erfährt man weiter nichts, als daß sie eben keinen Unterricht hatten; als Ruheversuche im Sinne des § 5 können diese nicht wohl gelten.

Lobsien (Lesen). Konstellationen: 8^h A, 8^h 55 E, 9^h 5 A, 9^h 55 E, 10^h 10 A, 10^h 55 E, 11^h 5 A, 12^h E. |V.-T.: Pro V.-P. 10 V.-T., jeder mit allen Konstellationen (doch s. u.); die V.-T, folgen mit 2 Ausnahmen unmittelbar aufeinander. |Reagens: Lesen. V.-P. hat eine sinnlose Zusammenstellung von Buchstaben möglichst schnell und in der Weise zu lesen, daß je 3 Buchstaben zu einer Silbe zusammengefaßt[2]) werden. Die gebrauchten Zeiten werden mit dem Chronoskop (Handarretierung) und die Fehler durch Kontrolle seitens des V.-L. festgestellt. |Versuchsdauer: $^1/_2$′. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 2 Volksschüler, etwa 13jährig, im 7. Jahrgang; in Kiel. |Resultate (von mir berechnet aus den 8 V.-T., welche die Konstellationen bis 10^h 55 vollständig enthalten. Lesezeit in Sekunden: 1) V.-P. W.: 23,59, 25,51, 23,51, 26,57, 23,35, 26,64; 2) V.-P. S.: 20,50, 22,31, 21,59, 23,23, 27,71, 23,50.

Lobsien (Zeitschätzung). Konstellationen: 8^h A, 8^h 55 E, 9^h 5 A, 9^h 55 E, 10^h 10 A, 10^h 55 E, 11^h 5 A, 12^h E. |V.-T.: Ein V.-T. mit sämtlichen Konstellationen für alle V.-P. |Reagens: Zeitschätzung. Ein Intervall von 1′ wird durch schnelle Taktschläge ausgefüllt; V.-P. hat aufzuschreiben, für wielang sie die Zeit hält. |Versuchsdauer: $1^1/_2$′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 50 Volksschüler, d. i. eine

---

1) Ich referiere nur über die Versuche, welche S. 418 u. 419 beschrieben sind, mit Ausschluß der Versuche im Juni.

2) Die Zusammenfassung in Silben geschieht abwechselnd in 3 verschiedenen Modi, wodurch die Übungswirkungen abgeschwächt werden.

Klasse, 10jährig; in Kiel. |Resultate: Betrag der durchschnittlichen Schätzung in Minuten: 2,43, 3,01, 2,84, 3,89, 3,10, 3,98, 3,97, 4,03.

Netschajeff. Konstellationen: 8^h 20 A, 9^h 10 E, 10^h 10 E, 11^h 10 E, 12^h 10 E (12^h—1^h Pause), 1^h A, 2^h E. |V.-T.: Ein V.-T. mit allen Konstellationen für sämtliche V.-P. |Reagens: Behalten (s. § 23). |Versuchsdauer: 2—3′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 382 Kadetten, 7 verschiedene Klassen, 11—17jährig; in Petersburg. |Resultate: Zahl der richtigen Reproduktionen pro V.-P.: 6,0, 6,4, 5,6, 5,6, 5,0, 5,2. |NB.: Auf N.'s Untersuchungen über die Reihenfolge der Reproduktionen gehe ich nicht ein.

Richter (Arithmetische Aufgaben). Konstellationen; 8^h A U, 11^h A U. |V.-T.: Pro V.-P. 2 V.-T., deren jeder eine Konstellation enthält; die tageszeitlich erste Konstellation wird zuerst untersucht, die andere 1 resp. 14 Tage später. |Reagens: Arithmetische Aufgaben werden diktiert und sind zu lösen. |Versuchsdauer: 30′—45′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 21 Untertertianer und 19 Obertertianer eines Gymnasiums; in Jena. |Resultate: 1) Untertertia: Durchschnittliche Arbeitszeit: 34,5′, 27,8′; Fehlerprozente: 19,68, 15,00; Gesamtzahl der Korrekturen: 96, 93; 2) Obertertia: Durchschnittliche Arbeitszeit: 21,5′, 17,7′; Fehlerprozente: 12,5, 22,5; Gesamtzahl der Korrekturen: 51, 128.

Richter (Griechische Formen). Konstellationen: 8^h A U, 11^h A U. |V.-T.: 2 V.-T. mit je einer Konstellation für alle V.-P.; die tageszeitlich erste Konstellation wird zuerst untersucht, die 2. eine Woche darauf. |Reagens: Griechische Formen. Verbalformen werden diktiert und sind schriftlich ins Griechische zu übertragen. |Versuchsdauer: Etwa 45′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 19 Obertertianer eines Gymnasiums; in Jena. |Resultate: Arbeitszeit: 9′, 7′ (für jedes Teilstück); Fehlerprozente: 15,75, 21,75; Prozentsatz der Korrekturen: 28,00, 19,17.

Ritter (Behalten). Konstellationen: Die erste Konstellation um 7^h oder 8^h etc. spätestens 11^h A U. Die 2. Konstellation eine oder mehrere Stunden später, spätestens um 12^h E U. |V.-T.: Jeder V.-T. enthält ein Konstellationspaar. Untersekunda hat 4 V.-T, Obersekunda 3, die übrigen Klassen je 1. Die V.-T. derselben Klasse liegen um Monate auseinander. |Reagens: Behalten (s. § 23). |Versuchdauer: 3′—4′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 53 Gymnasiasten, 16—19jährig (Unter-Sekunda, Ober-Sekunda, Ober-Prima); 21 Schülerinnen einer höheren Töchterschule, 12—15jährig, I. und II. Klasse; in Ellwangen. |Resultate (von mir berechnet): Gesamtzahl der bei allen Versuchen begangenen Fehler: 1198,5, 1430,0. |NB. Ich referiere nur über diejenigen Versuche, bei denen an demselben Vormittag mindestens zwei Konstellationen untersucht sind; enthält ein Vormittag mehr als 2 Konstellationen, so beschränke ich mich auf die beiden ersten. Die Ausschläge zeigen bei fast allen Versuchen dieselbe Richtung.

Ritter (Buchstaben-Durchstreichen). Konstellationen: wie bei Ritter, Behalten. |V.-T.: wie bei Ritter, Behalten, nur daß Untersekunda 2 V.-T. hat. |Reagens: Buchstaben-Durchstreichen. In einem Text sollen bestimmte Wörter und Buchstaben durchstrichen werden (z. B. die Artikel und die Buchstaben „r“). |Versuchsdauer: 2′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: wie bei Ritter, Behalten. |Resultate (von mir berechnet): Gesamtzahl der übersehenen Zeichen: 568,0, 843,5. |NB. Auch hier gilt das bei Ritter, Behalten unter NB. Gesagte.

Rivers und Kraepelin (Ruhekurven). „Agens“: Die Pausen wurden in liegender Stellung zugebracht, ohne Schlaf, aber mit möglichster Vermeidung geistiger

Tätigkeit. |Konstellationen: in Reihe 1: 9^h, 10^h, 11^h, 12_h; in Reihe 2: 9^h, 10^h 30, 12^h, 1^h 30. |V.-T.: Jeder V.-T. enthält alle Konstellationen. Reihe 1 enthält 4, Reihe 2 enthält 3 V.-T.; zwischen je 2 V.-T. liegt ein anderen Zwecken dienender V.-T. |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 30′. |Versuchsraum: Laboratorium. |V.-P.: Rivers. |Resultate (von mir aus den Rohwerten berechnet): 1) Menge der in $^1/_2$ Stunde gerechneten Aufgaben: in Reihe 1 [1]): 2292,0, 2365,3, 2376,3, 2307,3; in Reihe: 2482,3, 2610,0, 2603,3, 2571,3; 2) Menge der in der ersten Viertelstunde gerechneten Aufgaben; in Reihe 1 [1]): 1137,7, 1206,7, 1185,0, 1165,3; in Reihe 2: 1214,7, 1286,3, 1297,7, 1283,0; 3) Menge der in den ersten 5′ gerechneten Aufgaben; in Reihe 1 [1]): 356, 389, 354, 370; in Reihe 2: 405, 428, 431, 431.

Römer (Ruhekurven). Agens: „In den Pausen wurde geruht." |Konstellationen: 9^h, 10^h, 11^h, 12^h. |V.-T.: 4 V.-T., deren jeder sämtliche Konstellationen enthält, von einander getrennt durch je einen V.-T. „ohne Nahrungsaufnahme". |Reagens: Kontinuierliches Rechnen (s. § 23). |Versuchsdauer: 30′. |Versuchsraum: Laboratorium. |V.-P.: Römer. |Resultate: (Von mir berechnet aus den Rohwerten.) Menge der gerechneten Aufgaben; in $^1/_2$ Stunde: 2173,7, 2113,2, 1976,5, 1957,7; in der 1. Viertelstunde: 1091,7, 1094,5, 1019,2, 1018,7; in den ersten 5′: 359,5, 367,5, 342,0, 365,7.

Sakaki. Konstellationen: 8^h A, 9^h E, 10^h E, 11^h E, 12^h E. |V.-T.: Jeder V.-T. enthält alle Konstellationen für 10 V.-P.; 13 Gruppen zu 10 V.-P. haben einen, 8 solche Gruppen 2 V.-T.; im letzteren Falle liegen die beiden V.-T. um mindestens einen Monat auseinander. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: 1′. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 34 Gymnasiasten, 11—15jährig, aus 4 Klassen; 56 Volksschüler, 6—12jährig, aus 6 Klassen; 46 Schülerinnen einer höheren Töchterschule, 12—17jährig, aus 5 Klassen; 55 Volksschülerinnen, 6—12jährig, aus 6 Klassen; in Tokio (Japan). |Resultate: (Von mir berechnet aus der Kurve der höheren Schulen und der der Elementarschulen.) Spitzenabstände in mm: 12,3, 13,0, 13,5, 13,7, 14,0.

Schuyten. Konstellationen: für Mädchen: $8^1/_2{}^h$, $10^1/_2{}^h$; für Knaben: 9^h, $9^1/_2{}^h$. |V.-T.: Jede Klasse wird ein Jahr lang mit Ausnahme der Monate August und September und sonstiger schulfreier Tage täglich zweimal beobachtet; indessen fällt die Hälfte dieser Beobachtungen auf die Nachmittags-Konstellationen, und ich kann aus Schuytens Mitteilungen nicht feststellen, ob jede Klasse unter sämtlichen Konstellationen beobachtet worden ist, oder ob etwa die innerhalb der Vormittagskurve zu vergleichenden Werte von verschiedenen Klassen herrühren. |Reagens: Lesen ohne aufzublicken. Die V.-P. haben den Auftrag, 5′ hindurch aufmerksam in ihrem Lesebuche zu lesen. V.-L. notiert als „unaufmerksam" alle diejenigen, welche nicht ins Buch blicken, oder zwar ins Buch blicken, aber offenbar nicht lesen. |Versuchsdauer: 5′. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 8 Schulklassen in Antwerpen; „deux inférieures identiques pour garçons, deux supérieures identiques pour filles, deux supérieures identiques pour garçons, deux inférieures identiques pour filles;" identiques bedeutet wohl, daß es sogenannte Parallelklassen sind. |Resultate: (Von mir berechnet aus den Kurven der 10 Monate.) Prozentsatz der „Aufmerksamen"; für Mädchen: 70,3, 55,2; für Knaben: 63,1, 55,4.

Teljatnik. Konstellationen: 9^h A U, 11^h 30 E F, 12^h 30 A U, 1^h bis 1^h 30 Pause, 2^h 30 E F. |V.-T.: 6 V.-T., deren jeder alle Konstellationen für sämtliche V.-P. enthält. Die V.-T. folgen unmittelbar aufeinander, nur daß zwischen dem 3. und 4. „der

1) Ohne den ersten Versuchstag.

Ruhetag" liegt. |Reagens: 1. Buchstabenzählen. Die Summe der Buchstaben auf 5 Zeilen des Lesebuchs ist abzuzählen. 2 Diskontinuierliches Rechnen (s. § 23). 3. Behalten (s. § 23). 4. Wiedererkennen. Die bei dem Behalten-Versuch benutzten Wörter und Zahlen sollen auf einem Blatt, das 100 Wörter und 50 Zahlen enthält, unterstrichen werden. |Versuchsdauer: Die 4 Versuche fanden unmittelbar nacheinander statt und beanspruchten zusammen 20'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 25 Volksschülerinnen, 9jährig; in Rußland. |Resultate: Für 1: Reziproker Wert der auf eine V.-P. entfallenen Menge von falsch gezählten Zeilen: 0,72, 0,61, 0,54, 0,59; für 2: Prozentsatz der richtigen Lösungen: 74,3, 75,8, 80,2, 77,7; für 3: Prozentsatz der richtigen Reproduktionen: 81,0, 76,3, 74,9, 74,4; für 4: Prozentsatz der richtigen Wiedererkennungen: 79,8, 68,3, 66,2, 63,8.

Teljatnik (Ruhekurven). Agens: „Die Kinder saßen während der Stunden, die sonst den Lektionen gewidmet waren, auf ihren Plätzen und beschäftigten sich mit Handarbeit, die übrigens auch nicht obligatorisch war. Arbeit, welche geistige Anstrengung gefordert hätte, wurde nicht gestattet." |Konstellationen: 9^h, 11^h30, 12^h, 1^h55. |Alle übrigen Bestimmungen wie bei Teljatniks Unterrichtskurven. |Resultate: Für Methode 1: 0,82, 0,67, 0,64, 0,65; für Methode 2: 76,2, 75,9, 82,0, 81,4; für Methode 3: 83,4, 74,4, 82,9, 69,9; für Methode 4: 76,3, 72,4, 76,8, 69,6.

Vannod (Ästhesiometer). Konstellationen: 8^h A, 10^h E, 12^h E. |V.-T.: Jeder V.-T. enthält alle Konstellationen. 4 V.-P. haben einen, 6 V.-P. haben 2, 5 V.-P. haben 3 V.-T. Die V.-T. derselben V.-P. folgen innerhalb weniger Tage aufeinander. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: Pro Schwellenbestimmung 1', bei jedem Versuch 6 Schwellenbestimmungen. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 15 Gymnasiasten und Realschüler, 16—18jährig, aus 5 verschiedenen Klassen; in Bern. |Resultate: (Von mir berechnet aus allen Einzelversuchen.) Spitzenabstände in mm: Stirn: 3,5, 4,3, 5,3; Nasenspitze: 1,3, 1,8, 2,0; Lippenrot: 1,9, 2,4, 2,8; Wangenmitte: 7,5, 9,8, 11,3; Daumenkuppe: 1,1, 1,3, 1,4; Zeigefingerkuppe: 1,0, 1,1, 1,2. |NB.: Ich berichte nur über die V.-T., welche an demselben Vormittag die Konstellationen 8^h, 10^h, 12^h enthalten.

Vannod (Algesiometer). Konstellationen: s. Vannod Ästhesiometer. |V.-T.: s. ebenda; 3 V.-P. haben einen, 5 V.-P. haben 2, 1 V.-P. hat 3 V.-T. |Reagens: Algesiometer. Ein Feder-Algesiometer (für Stich) wird erst bis zur Berührung und dann bis zur Schmerzempfindung belastet. Die Differenz zwischen den beiden Belastungen dient als Index. Hautstelle: Gelenk zwischen dem 1. und 2. Gliede des rechten Zeigefingers, Palmarseite und Dorsalseite bei jedem Versuche. |Versuchsdauer: 3'? |Versuchsraum: ? |V.-P.: 9 Gymnasiasten und Realschüler, 16—18jährig, aus 4 verschiedenen Klassen; in Bern. |Resultate: (Von mir berechnet aus allen Einzelversuchen.) Übergewicht in gr.: Dorsalseite: 16,8, 12,9, 11,3; Palmarseite: 16,8, 11,4, 9,8; Durchschnitt: 16,8, 12,1, 10,5. |NB. Auch hier gilt das bei Vannod, Ästhesiometer, unter NB. Gesagte.

Wagner. Konstellationen: 8^h A, 9^h E F, 10^h E F, 11^h E F, 12^h E F, 1^h E F. |V.-T.: Jeder V.-T. enthält sämtliche Konstellationen, 61 V.-P. haben zusammen 195 V.-T.; die V.-T. derselben V.-P. folgen in Abständen von 14 Tagen aufeinander. |Reagens: Ästhesiometer (s. § 23). |Versuchsdauer: 1'. |Versuchsraum: ? |V.-P.: 18 Quartaner, 11—12jährig, 18 Untertertianer, 12—13jährig, 20 Obertertianer, 13—14jährig, 5 Untersekundaner, 14—15jährig, des Gymnasiums in Darmstadt. |Resultate: Spitzenabstände in mm; 1. W. gibt „als Hauptmittel" aus allen seinen Beobachtungen an: 10, 14, 14, 14, 14, 14. 2. Ich berechnete für Quarta: 10,2, 15,3, 14,8, 15,1, 16,0, 16,7; für Untertertia: 10,8, 13,5, 13,8, 13,9, 13,3, 13,2; für Obertertia: 8,2, 11,8, 13,1, 12,9, 12,8,

13,0; für Untersekunda: 8,8, 11,6, 12,8, 13,2, 12,2, 13,4. (Für Quarta und Untertertia wurden nur die V.-P. mit mindestens 2 vollständigen V.-T. berücksichtigt und jeder V.-P. gleiches Gewicht beigelegt, für Obertertia und Untersekunda wurden alle V.-P. berücksichtigt und das Gewicht einer jeden gleich der Anzahl ihrer Versuchstage festgesetzt.)

§ 22. Gesichtspunkte für die Beurteilung der einschlägigen Versuchsreihen.

Wie schon die Überschrift andeutet, soll die Kritik hier nicht kasuistisch, sondern systematisch gehandhabt werden. Dieses Verfahren bietet den Vorteil der Kürze und Durchsichtigkeit und gestattet auch die Anwendung der hier zu entwickelnden kritischen Grundsätze über den engen Kreis der in § 21 zusammengestellten Versuchsreihen hinaus; nur daß bei diesen der Leser mit Hilfe der in § 21 gegebenen methodischen Daten sein Urteil sofort bilden kann, während für ihn bei den übrigen ein Zurückgreifen auf die Originalarbeit geboten ist.

Die folgende Zusammenstellung von kritischen Gesichtspunkten ist entstanden, indem ich die konstatierten Fehler übersichtlich zu gruppieren suchte und dabei einerseits ihre Zusammenhänge, andererseits neue Fehler fand. Sie behandelt nur solche Punkte der Methodik, gegen die tatsächlich verstoßen worden ist, oder die doch der Sachlage nach leicht übersehen werden; eine erschöpfende Darstellung aller Fehlermöglichkeiten kann und will sie nicht sein. Einige der zu besprechenden kritischen Gesichtspunkte sind bereits von anderer Seite geltend gemacht worden; doch kann ich nicht in jedem Falle die betr. Autoren nennen.

Die Namen, welche im folgenden genannt werden, beziehen sich stets auf die in § 21 angeführten Versuchsreihen der betreffenden Verfasser.

I. Ausgleich zufälliger Schwankungen.

1) Streng genommen muß für jede Versuchsperson jede Konstellation so oft wiederholt werden, bis man mit den Mitteln der Kollektivmaßlehre nachweisen kann, daß der Ausschlag nicht auf zufälligen Schwankungen beruht. Bis zu einem gewissen Grade kann die Menge der Versuchspersonen die Menge der Wiederholungen ersetzen; doch muß man eine Sicherheit dafür haben, daß nicht etwa bei einer Konstellation alle Versuchspersonen demselben zufälligen Einfluß unterliegen. Deswegen sollten niemals alle Versuche derselben Konstellation zu derselben Zeit und am gleichen Orte vorgenommen werden, seien auch noch so viele Versuchspersonen daran beteiligt; denn es können z. B. meteorologische Zufälligkeiten oder auch soziale Bedingungen (man denke etwa an überstandene oder bevorstehende Feste!) auf alle Versuchspersonen in gleicher Weise einwirken. (Ein Versuchstag für alle Versuche derselben Konstellation bei: Bellei [Diktatschreiben 3, Kombinieren?], Ebbinghaus,

Friedrich, Lobsien [Zeitschätzung], Netschajeff, Richter [Griechische Formen], Teljatnik [Ruhekurven]).

2) Sollen die untersuchten Versuchspersonen als Repräsentanten einer größeren Menge (z. B. aller Berliner Volksschüler im 11. Lebensjahre) dienen, so müssen entweder die individuellen Schwankungen gering oder die verschiedenen Typen in richtigen Verhältnissen unter den Versuchspersonen vertreten sein. Untersuchungen in dieser Richtung fehlen noch ganz.

Ein spezieller Fall liegt bei Bellei (Diktatschreiben 2) vor. Hier sind bei jeder Konstellation andere Versuchspersonen benutzt, ein Verfahren, das zur Umgehung der Nachwirkungen der Reagenzversuche sehr zweckdienlich ist. Zuverlässig würde die Versuchsreihe aber nur sein, wenn entweder die Zahl der Versuchspersonen sehr viel größer, oder aber die Gleichwertigkeit der bei den verschiedenen Konstellationen benutzten Versuchspersonen nachgewiesen wäre (z. B. durch Kontrollversuche).

II. Das Agens.

1) Der Unterricht als Agens.

a) Solange wir über die durch Lehrfächer, Lehrmethoden und Lehrer bedingten Verschiedenheiten des Unterrichts nichts Näheres wissen, wird man danach streben, diese Verschiedenheiten möglichst auszugleichen. Da im allgemeinen jede Schulklasse einen besonderen Stundenplan hat, und für dieselbe Klasse an jedem Wochentage eine andere Stundenfolge festgesetzt zu sein pflegt, so kann man das Produkt aus der Anzahl der untersuchten Klassen und der Anzahl der für jede Klasse benutzten Wochentage als Maßstab dieser Ausgleichung benutzen; es beträgt bei Dankwart, Friedrich, Lobsien (Zeitschätzung), Richter (Griechische Formen) 1; bei Richter (arithmetische Aufgaben) 2; bei Laser 4; bei Lobsien (Lesen) und Teljatnik 6; in den übrigen Fällen darüber.

b) Innerhalb des Schultages bilden die Unterrichtsstunden und die Pausen zwei durchaus heterogene Faktorengruppen; das Resultat eines Versuchs hängt also wesentlich von seiner Lage zur Pause ab. Bei Vergleichung von Versuchsreihen untereinander und von Konstellationen innerhalb derselben Versuchsreihe ist hierauf Rücksicht zu nehmen. Das einschlägige Material ist in diesem Paragraphen unter III 6 zusammengestellt.

c) Bei einer Differenzierung der Agenswirkung kommen folgende Gesichtspunkte in Betracht.

α) Wenn zwei verschiedene Arten von Unterrichtsstunden mit einander verglichen werden sollen, so müssen entweder beide auf gleiche Tageszeiten fallen, oder die durchschnittliche Unterrichtskurve muß von einer Stunde zur andern den gleichen Ausschlag zeigen, — also annähernd die Form einer geraden Linie besitzen. Die sogenannten

„Ermüdungswerte der Unterrichtsfächer“ sind hiernach zu beurteilen: bei Sakaki und Lobsien (Lesen) ist die letzte Bedingung annähernd erfüllt, bei Wagner und Blazek ist die letzte nicht erfüllt und für die erste der Nachweis nicht erbracht.

β) Um verschiedene Arten von Unterrichtsstunden zu unterscheiden, bedarf es objektiver Merkmale; die Aussagen des Lehrers über die „Schwere“ des betreffenden Stoffes, oder des Schülers über seine „Aufmerksamkeit“ und sein „Interesse“ (so z. B. Lobsien [Lesen]) haben immer etwas Problematisches an sich.

Eine ähnlich bedenkliche Sache ist es, eine Versuchsperson für nervös oder ihre Kurve für abnorm zu erklären. Wagner erklärt die Quartaner Nr. 3, 8, 9, 14, 17 an jedem Versuchstage von neuem für nervös. Bildet man für diese 5 Schüler die Durchschnittskurve, so erhält man

10,3 17,2 16,5 15,6 17,5 18,1

also eine Kurve, die zwar etwas stärker steigt als die Durchschnittskurve aller Quartaner, die aber mit dem, was Wagner als „typische Nervositätskurve“ bezeichnet (S. 34) und als deren Merkmale er anführt: „Rückgang unter die erhöhte Anfangszahl, erhöhte Endzahl“, gar nichts zu tun hat.

Auch Sakaki erklärt eine Anzahl von Versuchspersonen für abnorm (S. 95—98). Berechnet man für sie die Durchschnittskurve, so erhält man

10,0 9,6 9,8 9,7 10,3,

also in der Tat eine von den übrigen völlig abweichende Kurve. Nur scheint es mir, als ob solche „Abnormitäten“ („Abendarbeiter“, „Obesitas“) wie sie Sakaki S. 98 zusammenstellt, auch wohl bei noch anderen Versuchspersonen entdeckt werden könnten; und ich möchte fragen, ob Sakaki die Abnormität der betreffenden Versuchsperson vor oder nach Kenntnisnahme ihrer Resultate konstatiert hat.

2) Die Veränderung des Agens durch die Reagenzversuche.

Ganz ausgeschlossen ist eine solche Veränderung nur da, wo an jedem Versuchstage nur ein Reagenzversuch stattfindet (Bellei, Friedrich, Richter). In den übrigen Fällen wird man fordern müssen, daß die auf die Versuche verwandte Zeit klein sei im Verhältnis zur gesamten untersuchten Zeitspanne.

a) Unterrichtskurven. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden:

α) Die Zeit für die Reagenzversuche wird dem Unterrichte entzogen. Wenn die Tätigkeit der Versuchspersonen bei den Versuchen der im Unterrichte ausgeübten nicht ganz fern steht, so dürften selbst die extremen Fälle von Dankwarth, Ebbinghaus (Rechnen) und Laser, bei denen 20 % der Unterrichtszeit den Reagenzversuchen gewidmet werden, noch passieren können. Einen eigentümlichen Ausweg trifft Teljatnik durch Verlängerung des Vormittags, wie es scheint um eine volle Stunde.

β) Die Zeit für die Reagenzversuche wird der Pause entzogen; ausdrücklich gesagt ist dies nur bei Wagner, doch muß es für Blazek, Griesbach, Lay, Lobsien, Netschajeff, Sakaki, Vannod gleichfalls an-

genommen werden. Die Dauer des Reagenzversuchs überschreitet nur bei Griesbach und Vannod den Betrag von 2′; insbesondere scheint es, als ob Griesbach bisweilen durch 12 Schwellenbestimmungen die Pause ganz ausgefüllt habe.

b) Ruhekurven. Hier ist aus naheliegenden Gründen besondere Vorsicht zu beaobchten, weil die bei den Reagenzversuchen ausgeübte Tätigkeit in den meisten Fällen alles andere eher als ein mit Ruhe zu bezeichnendes Verhalten ist. Ich gebe an, wieviel Prozent der gesamten Zeitspanne die Reagenzversuche ausfüllen: bei Rivers und Kraepelin (Reihe I) sowie Römer: 57 %, bei Rivers und Kraepelin (Reihe II): 40 %, bei Teljatnik: 27 %. Man kann also hier nur in sehr relativem Sinne von Ruhekurven sprechen.

III. Cetera patria.

Ich verstehe hierunter den methodischen Grundsatz, daß die zu vergleichenden Konstellationen in allen Bedingungen übereinstimmen müssen, bis auf die, welche eben die Differenz der Konstellationen ausmachen sollen (vgl. S. 37).

Bei den vorliegenden Untersuchungen, welche auf die Bestimmung von Tageskurven ausgehen, ist das cetera paria besonders schwierig zu erfüllen, weil jede Konstellation an ihre Tageszeit gebunden ist, und weil mit der Tageszeit auch solche Faktoren sich ändern, welche mit der Differenz der Konstellationen gar nichts zu tun haben, z. B. die Person des Versuchsleiters, welche unvermeidlich einen gewissen Einfluß auf den Ausfall der Versuche hat, ferner die akustischen Verhältnisse des Versuchsraumes, u. a. m.

1) Die äußeren Bedingungen des Reagenzversuchs.

a) Akustische Störungen.

Da jede Konstellation an ihre Tageszeit gebunden ist, und die Geräusche in den Häusern, auf den Straßen und in geräuschvollen Betrieben mit den Tageszeiten wechseln, so ist die Möglichkeit einer derartigen Beeinflussung nicht ausgeschlossen, und Angaben darüber sind zu fordern; sie fehlen bei allen bis jetzt vorliegenden Versuchsreihen außer bei Lobsien (Zeitschätzung) und Schuyten.

b) Meteorologische und kosmische Einflüsse.

Auch sie ändern sich mit der Tageszeit; die von ihnen ausgehenden Wirkungen sind in folgender Weise zu unterscheiden.

α) Wirkungen auf den gesamten Organismus (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, elektrische Vorgänge u. s. w.).

β) Direkte Wirkungen auf die beim Reagenzversuch beteiligten Organe (die Augen, die schreibende Hand u. s. w.).

Die Wirkungen der ersten Art sind während der gesamten untersuchten Zeitspanne vorhanden, und es würde zwecklos sein, die Versuchspersonen während des kurzen Reagenzversuchs ihnen entziehen zu wollen; nur dürfen sie während des Reagenzversuchs nicht etwa stärker wirken als während der übrigen Zeit. Bedenklich sind nur die Einflüsse der zweiten Art; insbesondere könnte direkte Bestrahlung durch die Sonne ganz erhebliche Ausschläge vortäuschen. Mitteilungen über deren Vermeidung liegen in keinem Falle vor.

2) Die Handhabung der Reagenzmethode durch den Versuchsleiter.

a) Die Aufgaben und die Reize.

Aufgaben werden gestellt bei folgenden Methoden: arithmetische Aufgaben, Buchstaben-Durchstreichen, Diktatschreiben, Behalten, griechische Formen, Kombinieren, Lesen, Lesen ohne aufzublicken, Rechnen, Wiedererkennen, Zeitschätzung; Reize werden appliziert beim Ästhesiometer und Algesiometer.

α) Da man mit Rücksicht auf die Übungswirkungen im allgemeinen derselben Versuchsperson dieselbe Aufgabe nur einmal stellt, so erfordert es besondere Vorsichtsmaßregeln, damit die gestellten Aufgaben gleichwertig sind. Schwierigkeiten bereitet dies namentlich bei der Auswahl der arithmetischen Aufgaben, der Diktate, der griechischen Formen, der Texte für das Kombinieren; ein Ausgleich ist hier nur dadurch möglich, daß man mindestens ebensoviel Versuchspersonen wie Konstellationen hat und bei jeder Konstellation dieselbe Gesamtheit von Aufgaben — jedoch dieselbe Aufgabe jedesmal einer anderen Person — stellt. Bei Bellei (Diktatschreiben 1 und Kombinieren), Ebbinghaus (Kombinieren), Friedrich (Diktatschreiben) und Richter ist diese Vorsichtsmaßregel nicht beobachtet.

β) Bei Teljatnik (Wiedererkennen) sind die gestellten Aufgaben zwar insofern gleich, als die eingeprägten Wörter und Zahlen an sich keine wesentlichen Verschiedenheiten aufweisen. Man hat aber im Auge zu behalten, daß die Art der Einprägung natürlich von dem Zustand der Versuchsperson im Augenblick des Versuchs abhängt, und daß die erhaltenen Ausschläge also ebensowohl auf dem Akt des Einprägens als auf dem des Wiedererkennens beruhen können.

γ) Beim Ästhesiometer (s. S. 113) hängt das Resultat ab von den Ausgangswerten und von den Abstufungen, mittels deren man sich der Schwelle nähert. Es beruht dies auf den Nebenvergleichungen, der Beeinflussung der Urteilsmaßstäbe und den Wirkungen auf den Anspannungsgrad der Aufmerksamkeit, die je nach den benutzten Ausgangswerten und Stufen sich in verschiedener Weise geltend machen; (vgl. G. E. Müller, Psychophysische Methodik, S. 27 f.). Beim Algesiometer

hängt das Resultat nur von den Abstufungen ab. Die Möglichkeit, daß der Versuchsleiter — zumal bei Massenuntersuchungen — zu verschiedenen Tageszeiten in verschiedener Weise arbeitet, also etwa aus Ungeduld in größeren Abstufungen vorgeht, ist nicht von der Hand zu weisen, sie wird zu einer Gefahr, wenn der Versuchsleiter nicht frei ist von vorgefaßter Meinung über den Ausfall der Versuche. Bei regelrechter Anwendung der Grenzmethode werden die so entstehenden Fehler am geringsten sein, schlimmer steht es schon bei dem Verfahren mit alternierenden Distanzen (vgl. S. 114), am bedenklichsten, wenn nur das auf- oder absteigende Verfahren benutzt wird. Besondere Vorsichtsmaßregeln finde ich nirgends mitgeteilt.

Bolton[1]), Germann[2]) und Leuba[3]) haben als Agentien verschiedene Arten geistiger und körperlicher Arbeit benutzt und keinen Ästhesiometer-Ausschlag erhalten. Diese Versuche sind zwar von Bedeutung für die Entscheidung, ob der Ästhesiometer-Ausschlag auf „Ermüdung" beruht, beweisen aber an sich noch nichts gegen einen Kausalzusammenhang zwischen Schulunterricht und Ästhesiometer-Ausschlag.

b) Die Vorführung der Aufgaben und die Applikation der Reize.

α) Die Vorführung der Aufgabe geschieht mündlich beim Diktatschreiben (Bellei, Friedrich), dem Behalten (Ebbinghaus, Netschajeff, Ritter, Teljatnik) und bei der Kemsiesschen Methode des diskontinuierlichen Rechnens. In allen diesen Fällen hängt das Resultat ab von der Art, in der der Versuchsleiter seine Aufgabe erledigt; er wird natürlich zu verschiedenen Tageszeiten verschieden deutlich und richtig sprechen, und ein Versehen kann bei der Menge von Versuchspersonen schon große Ausschläge herbeiführen; auch diejenigen Fälle, in denen die Aufgabe teils im Chor, teils von einzelnen Personen wiederholt wurde (Bellei, Friedrich, Kemsies), bieten keine absolute Sicherheit.

β) Bei Griesbach, Sakaki, Vannod, Wagner erfolgt das Aufsetzen des Ästhesiometers mit der Hand, also möglicherweise zu verschiedenen Konstellationen unter verschiedenem Druck und verschiedener Sicherheit. Blazeks abweichende Resultate geben diesem Einwurf Nachdruck.

c) Die Registrierung der Resultate.

Bei den meisten Methoden erfolgt die Registrierung der Resultate auf Grund der schriftlichen Aufzeichnungen der Versuchspersonen zu beliebigen Zeiten, sodaß bei gehöriger Sorgfalt Irrtümer vermieden werden können; nur beim Ästhesiometer und Algesiometer sowie bei Benutzung der Methode „Lesen" nach Lobsien und der Schuytenschen Methode hat der Versuchsleiter im Moment des Versuchs Notizen zu

1) Ps. A. 4. 175.
2) Psych. Rev. 6. 598.
3) Ebenda. S. 573.

machen. In allen diesen Fällen außer bei Schuyten handelt es sich dabei lediglich um das Notieren der an einer Skala, oder beim Algesiometer an den Gewichten, abzulesenden Werte, und die dabei vorkommenden Irrtümer werden sich mehr oder weniger gegenseitig aufheben [1]). Dagegen will Schuyten bei einer vollbesetzten Schulklasse (etwa 50 Schüler) durch bloßes Beobachten alle Fälle feststellen, in denen ein Schüler nicht ins Buch blickt. Dies ist aber, wie jeder Schulmann bestätigen wird, nur in der Weise möglich, daß man das Auge durch die Reihen wandern läßt. Das Resultat hängt also von der Methode der Beobachtung und von der Aufmerksamkeit des Versuchsleiters ab. Man kann in der Tat zweifeln, ob Schuytens Resultate nicht viel mehr charakteristisch sind für seine eigene „attention volontaire" als für die seiner Versuchspersonen.

d) Die Instruktion.

Vor jedem Versuch sollte die Instruktion stets von neuem erteilt werden, damit sie der Versuchsperson stets gleich eindringlich vor Augen stehe. Dies ist wohl bei keiner der vorliegenden Versuchsreihen geschehen; freilich war die Instruktion stets so einfach, daß eine Fehlerquelle hierin kaum zu sehen ist.

3) Handhabung der Reagenzmethode durch die Versuchsperson.

Es sind zwei Gruppen von Faktoren, die ich unter diesem Titel zusammenfasse; beiden ist dies gemeinsam, daß sie, auch nach erfolgter Instruktion, eine gewisse Variationsmöglichkeit offen halten und mehr oder weniger mit der „Willkür" oder dem „Belieben" der Versuchsperson zusammenhängen.

Ich sehe von einer ausführlichen Besprechung und genauen Definition ab, und nenne nur aus jeder Gruppe einige Vertreter, damit der Leser weiß, um was es sich handelt. In die erste Gruppe gehören z. B. die „Urteilsmaßstäbe", die in der Psychophysik, bei der Zeitschätzung und beim Reproduzieren von Lernstoff eine Rolle spielen, ferner die Richtung der Aufmerksamkeit beim Aufnehmen von Lernstoff, die „Reproduktionstendenz" [2]) beim „Behalten", von der Netschajeff berichtet, u. a. m. Natürlich gibt es bei jeder Methode derartige Faktoren, nur

1) Goßmann hat gezeigt („Über Schätzungen nach Augenmaß", Astronomische Nachrichten, Bd. 170, Januar 1906), daß die Schätzungen von Zehnteln an einer Skala ungenau werden, wenn der Beobachter ermüdet ist und schnell arbeitet. Diese Tatsache könnte bei Ästhesiometermessungen von Bedeutung werden, wenn der Abstand der Spitzen und der Ausschlag von einer Konstellation zur andern sehr gering ist (z. B. bei Messungen an der Lippe oder der Nasenspitze).

2) D. h. die Tendenz der Versuchsperson, entweder die ersten oder die letzten Glieder der gehörten Zahlenreihe zuerst zu reproduzieren.

daß sie noch nicht überall studiert sind und bisweilen recht kompliziert sein mögen (z. B. beim Diktatschreiben und beim Kombinieren). Die zweite Gruppe von Faktoren fließt aus dem „Eifer“ und der „Gewissenhaftigkeit“ her, welche die Versuchsperson an ihre Aufgabe heranbringt. Die Schärfe und die Konstanz, mit welcher die Faktoren der ersten Gruppe in Wirksamkeit treten, hängen hiervon ab. Desgleichen gehört hierher das „Tempo“, welches die Versuchsperson bei Methoden, welche eine Arbeitsgeschwindigkeit messen, „vorlegt“; ich gebrauche absichtlich den sportlichen Ausdruck, um daran zu erinnern, daß sich bei empfangener Instruktion „so schnell als möglich“ die Geschwindigkeit noch keineswegs „von selbst“ ergibt. Eine treffliche Illustration zu dem bisher Gesagten liefert das, was Ebbinghaus S. 420 - 421 erzählt; und Schuyten hat durch einige drastische Versuche die Aufmerksamkeit auf diese Fehlerquelle gelenkt (Arch. de Psych. **2.** 321 u. **4.** 113). Hierher könnte man wohl auch die „kleinen Listen“ rechnen, durch welche Ebbinghaus' Versuchspersonen sich bessere Resultate zu verschaffen suchten (S. 419).

Beide Gruppen von Faktoren variieren bei fortschreitender Versuchsreihe in zunächst ganz unberechenbarer Weise, um endlich eine hohe Konstanz zu erlangen. In einigen Fällen wird man sich über ihr Verhalten durch Selbstbeobachtung der Versuchsperson oder durch Hilfsindices Aufschluß verschaffen können[1]). Im allgemeinen aber wird man eine ausreichende Konstanz dieser Faktoren erst dann für erwiesen halten, wenn man bei einer Fraktionierung der Versuchsreihe übereinstimmende Resultate für die einzelnen Teile erhält. Es ist jedenfalls das Wünschenswerteste, diesen Nachweis für jede einzelne Versuchsperson oder doch für jeden einzelnen Typus von Versuchspersonen führen zu können. Der Wert einer Versuchsreihe hängt hiernach wesentlich von der Zahl der Versuchstage ab, wieviele Personen auch daran beteiligt sein mögen. Die Anzahl der Wiederholungen derselben Konstellation für dieselbe Versuchsperson beträgt bei Schuyten etwa 300, bei Lay wenigstens 21, bei Lobsien (Lesen) 10, bei Wagner höchstens 9, bei Teljatnik (Unterrichtskurven) 6, bei Kemsies höchstens 5, bei Römer 4, bei Ritter höchstens 4, bei Rivers und Kraepelin 4 bezw. 3, bei Vannod (Ästhesiometer und Algesiometer) höchstens 3, bei Dankwarth 2, bei Sakaki höchstens 2, in allen anderen Fällen 1.

Spezielle Untersuchungen über die Handhabung der Reagenzmethode durch die Versuchsperson sind, abgesehen von Netschajeff, in keinem

---

1) So z. B. hinsichtlich der oben erwähnten Reproduktionstendenz durch Befragen der Versuchsperson und durch objektive Feststellung der Glieder, welche an erster Stelle, und derjenigen, welche an letzter Stelle reproduziert sind.

Falle mitgeteilt. Für Lobsien und Wagner habe ich auf Grund der mitgeteilten Rohergebnisse eine gewisse Übereinstimmung zwischen den ersten und den letzten Versuchstagen festgestellt.

Ausdrücklich sei bemerkt, daß eine Änderung in der Handhabung der Reagenzmethode auch eine Folge der Differenz der Konstellationen sein kann, sodaß also die fraglichen Faktoren bei den Wiederholungen derselben Konstellation konstant bleiben und nur von einer Konstellation zur andern sich ändern könnten. In solchen Fällen liegt natürlich kein Fehler vor; indessen entspringen aus dieser Möglichkeit beträchtliche Schwierigkeiten für eine Deutung der Ergebnisse.

4) Die Nachwirkung der Reagenzversuche.

Ganz ohne Nachwirkung bleibt ein Reagenzversuch nur dann, wenn der Versuchsperson dabei gar keine bestimmte Tätigkeit zugemutet wird, also kein eigentlicher Versuch, sondern nur eine Boebachtung vorliegt; dieser Bedingung sehr nahe kommt die Schuytensche Methode „Lesen ohne aufzublicken". In allen anderen Fällen wirkt der Reagenzversuch seinerseits als Agens. Wir haben schon S 100 f. besprochen, daß die Gesamtheit der an einem mit Unterricht oder Ruhe ausgefüllten Vormittage wirkenden Agentien, also derjenigen Faktoren, deren Einfluß in der Vormittagskurve zum Ausdruck kommen soll, sich verändert, wenn ein bestimmter Teil des Vormittags durch die Reagenzversuche ausgefüllt wird. Ferner besteht eine Nachwirkung der Reagenzversuche darin, daß sich die Handhabung der Reagenzmethode durch die Versuchsperson allmählich ändert, wie S. 104 f. besprochen. Hier wollen wir nun noch solche Wirkungen besprechen, welche der Reagenzversuch direkt auf die bei ihm beteiligten Organe ausübt, und welche den Ausfall der folgenden Versuche auch dann beeinflussen, wenn die soeben wieder erwähnten Wirkungen ganz ausgeschaltet worden sind. Ich kann auch hier nur die wichtigsten von diesen Wirkungen herausgreifen.

a) Die partielle Ermüdung.

Prinzipiell betrachtet ist eine derartige Nachwirkung nur dann ausgeschlossen, wenn an jedem Tage ein einziger Reagenzversuch stattfindet (Bellei [Diktatschreiben], Friedrich, Richter). Im übrigen wird sie um so mehr hervortreten, je größer die Dauer des Reagenzversuchs und je kürzer die Zwischenzeit ist.

Nun beträgt die Zwischenzeit stets mindestens 30′, meist 50′ (die Vergleichung der Versuche vor und nach der Pause bei Dankwarth und Lobsien geht uns hier nichts an) und die Dauer des Reagenzversuches beträgt höchstens 30′, meist nur 5′—10′ oder darunter. Unter diesen Umständen verschwindet aber nach allen bisherigen Erfahrungen die partielle Ermüdung soweit, daß sie von der im entgegengesetzten Sinne wirkenden Übungswirkung vollständig überdeckt ist. Eine weitere Erörterung derselben ist also nicht nötig.

b) Die Übung.

Ausgeschlossen ist eine Übungswirkung nur bei Schuyten und Lay, wo weder die Reagenzmethode irgend welche Organe „übt", noch der Index von dem Übungszustande der ihn bestimmenden Organe abhängt, ferner bei Bellei (Diktatschreiben 3), wo jede Versuchsperson nur einen Versuch ausführt. Wegen der Schwierigkeit, die einer Bestimmung des Übungseinflusses z. Zt. im Wege stehen und wegen der geringen Aussicht, durch Berechnung von Übungsmaßen diesen Einfluß zu eliminieren, verweise ich auf § 18 Abschnitt I und IV. Eine wirkliche Ausgleichung der Übungseinflüsse ist zur Zeit nur dann zu erreichen, wenn man schon bei Anlage der Versuchsreihen darauf Rücksicht nimmt; man muß dann an jedem Versuchstage nur eine Konstellation untersuchen und die Versuchstage in geeigneter Weise verteilen, etwa so, daß man zuerst n Tage lang abwechselnd die Konstellationen A und B untersucht, dann ebenso die Konstellationen A und C u. s. f.

Bei Bellei (Diktatschreiben 1 u. 3 und ev. auch Kombinieren) und bei Friedrich enthält jeder Versuchstag nur eine Konstellation; da jede Konstellation nur einmal untersucht wird, so hätte dieser Umstand zum Ausgleich der Übungswirkungen doch nichts beitragen können, und die betreffenden Autoren haben die Übung als Fehlerquelle von vornherein offenbar nicht in Rechnung gestellt, weil sie die Reihenfolge ihrer Versuche im allgemeinen gar nicht mitteilen. In allen übrigen Fällen folgen sämtliche Konstellationen innerhalb eines Versuchstages aufeinander. Die Tageskurve zeigt also hier überall eine Deformation im Sinne der Übungswirkung, wie sie schon in § 9 besprochen wurde, und man kann nur solche Bewegungen der Tageskurve ohne weiteres als durch die Differenz der Konstellationen bedingt betrachten, welche der Übungswirkung entgegengesetzt verlaufen. In folgenden Fällen bewegt sich der Ausschlag (d. h. sein repräsentierender Mittelwert) niemals in der Richtung der Übungswirkung: Ebbinghaus (Rechenfehler), Griesbach, Lobsien (Lesen und Zeitschätzung), Richter (griechische Formen, Fehlerprozente), Ritter (Behalten und Buchstaben-Durchstreichen), Sakaki, Teljatnik (Unterrichtskurve des Behaltens), Vannod (Ästhesiometer), Wagner. Hier kann man also auf Agentien[2]) schließen, welche den Index entgegengesetzt der Übungswirkung verändern. Dasselbe wird man auch bei einer Reihe der Kurven können, welche trotz Abweichung einzelner Werte im Ganzen oder in einem Teil eine deutliche Tendenz

1) Mit einer geringfügigen Ausnahme.

2) Natürlich ist damit nicht gesagt, daß diese Agentien zur Differenz der Konstellationen (vgl. S. 37 u. 101) gehören müssen; sie können auch in einer Verletzung des cetera paria ihre Ursache haben.

zur Bewegung in dem der Übungswirkung entgegengesetzten Sinne zeigen. Hierher gehören etwa: Blazek, Friedrich (Fehler beim Diktatschreiben und beim Rechnen), Kemsies, Laser (Rechenfehler), Netschajeff, Teljatnik (Unterrichtskurven für Buchstabenzählen und Wiedererkennen); die Grenzen sind natürlich schwer zu ziehen. In allen übrigen Fällen hängt die Brauchbarkeit des Resultats davon ab, wie weit es gelingt, die Übungswirkung quantitativ zu bestimmen.

Es ist mir wohl bewußt, daß man in manchen Fällen nicht leicht entscheiden kann, ob und in welcher Richtung ein Index durch die Übung beeinflußt wird; ich kann mich aber auf eine nähere Erörterung dieser Frage nicht einlassen.

c) Motorische Einstellung.

Bei Lays Methode „Taktklopfen" wird eine rhythmische Fingerbewegung ausgeführt. Es wäre möglich, daß diese Bewegung, die bei Lays Versuchsanordnung in Intervallen von je einer Stunde wiederholt wurde, eine motorische Einstellung erzeugt (trotz der kurzen Dauer des einzelnen Versuchs), und daß hieraus eine Tendenz zur Beibehaltung des Tempos resultiert, welche die verlangsamenden oder beschleunigenden Wirkungen des Agens zum Teil aufhebt. Mit um so größerer Sicherheit weisen natürlich die vorhandenen Ausschläge auf Wirkungen des Agens hin.

d) Eine besondere Art von Nachwirkung der Reagenzversuche glaube ich bei Vannod (Algesiometer) vermuten zu müssen. Die Spitze des Instruments dringt bei jedem Versuch an derselben Stelle in die Haut ein, und da zwischen zwei Versuchen nur ein Abstand von zwei Stunden liegt, so ist es möglich, daß die Haut an der betreffenden Stelle eine abnorm erhöhte Erregbarkeit gewinnt.

5) Suggestion.

Eine suggestive Beeinflussung der Resultate ist auf zwei verschiedenen Wegen denkbar. Erstens kann nämlich die Versuchsperson irgendwelche vorgefaßte Meinung über die zu erwartenden Resultate besitzen und ihre Leistungen dieser unwillkürlich anpassen; zweitens kann aber auch der Versuchsleiter im Moment des Versuchs auf die Versuchsperson suggestiv einwirken, sei es, daß er seine eigene vorgefaßte Meinung über die Resultate unwillkürlich zum Ausdruck bringt, sei es, daß er, der ja ähnlichen Agentien unterliegt wie die Versuchsperson, durch die bloße Art seines Auftreten die Versuchsperson beeinflußt.

a) Vorgefaßte Meinung der Versuchsperson.

In folgenden Fällen kann man mit einiger Sicherheit auf das Fehlen einer solchen schließen.

α) Lay berichtet S. 410, daß er seinen Versuchspersonen ausdrück-

lich mitgeteilt habe, über das Resultat der Versuche ließe sich im Voraus gar nichts vermuten.

β) Die Versuche von Rivers und Kraepelin sowie von Römer sind in ganz anderer Absicht als zur Gewinnung von Ruhekurven angestellt worden.

γ) Bei folgenden Experimentatoren wurden Versuche an Elementarschülern (meist jüngeren Alters) angestellt: Bellei, Dankwarth, Friedrich, Kemsies, Laser, Lobsien, Sakaki, Schuyten, Teljatnik. Es ist hier wohl ausgeschlossen, daß die Versuchspersonen aus eigenem Nachdenken oder durch unbefugte Belehrung sich eine Meinung über das Resultat der Versuche gebildet haben sollten.

Bei den übrig bleibenden Arbeiten (Ebbinghaus, Griesbach, Netschascheff, Richter, Ritter, Vannod, Wagner) ist der Verdacht nicht von der Hand zu weisen, daß die Versuchspersonen mit vorgefaßter Meinung an die Versuche herangegangen sind; denn Versuche der vorliegenden Art erregen in höheren Schulen unvermeidlich die Neugierde der Schüler und Eltern, und sofern keine besonderen Vorsichtsmaßregeln getroffen sind, werden sich Gerüchte über den Zweck und die etwaigen Folgen der Versuche unvermeidlich bilden. Eine Bestätigung hierfür bildet Ebbinghaus' Bericht a. a. O. S. 420.

b) Beeinflussung durch den Versuchsleiter im Moment des Versuchs.

Diese Gefahr wächst mit der Dauer des Reagenzversuches und der Intensität des Verkehrs zwischen Versuchsleiter und Versuchsperson, außerdem hängt sie natürlich von der Person des Versuchsleiters ab, die sich hier unserer Beurteilung entzieht. Vollständig fehlt sie nur da, wo die Person des Versuchsleiters fortfällt, also bei Lay, Römer und vermutlich auch bei Rivers und Kraepelin.

Die Dauer der Reagenzversuche beträgt bei Teljatnik, Friedrich, Bellei (Diktatschreiben) 20′, bei Laser, Ebbinghaus (Rechnen) 10′, in allen andern Fällen darunter, bei Blazek, Lobsien, Sakaki, Wagner nur 1′.

Der Verkehr zwischen Versuchsperson und Versuchsleiter ist am intensivsten bei denjenigen Methoden, wo die Vorführung der Aufgaben resp. Applikation der Reize oder die Registrierung der Resultate durch den Versuchsleiter persönlich erfolgt, also bei dem Diktatschreiben, Behalten, der Benutzung des Ästhesiometers und Algesiometers. Bei der Rechen- und Kombinationsmethode mit objektiver Vorführung der Aufgaben und Registrierung der Resultate ist er auf ein Minimum beschränkt.

Für die Beurteilung der einzelnen Fälle ist zu beachten, daß die Möglichkeit einer suggestiven Beeinflussung durch den Versuchsleiter im allgemeinen nur da gegeben ist, wo auch die Möglichkeit einer ungleichmäßigen Handhabung der Reagenzmethode durch

den Versuchsleiter gegeben ist, und daß die letzteren Einflüsse oft die stärkeren sein werden.

6) Der Hintergrund des Bewußtseins.

Ich verstehe hierunter solche psychischen Vorgänge, welche sich während des Reagenzversuchs abspielen, aber für den Reagenzversuch selbst nicht notwendig sind. Der Name ist deswegen gewählt, weil die für den Reagenzversuch notwendigen Vorstellungen im allgemeinen durchaus im Vordergrund des Bewußtseins stehen. Daß derartige Faktoren auf die zu untersuchenden Indices von Einfluß sein können, geht schon aus der Erfahrung des täglichen Lebens hervor, wo „Wetteifer", „Erwartung" u. s. w. eine große Rolle spielen. Aber auch zur wissenschaftlichen Bearbeitung ist bereits eine Grundlage vorhanden in den Beobachtungen Kraepelins und seiner Schüler über „Anfangs-", „Schluß-", „Wechsel-", „Müdigkeits-"Antrieb (s. z. B. v. Voß Ps. A. 2. 438 und Miesemer Ps. A. 4. 378).

Folgende Punkte sind für unsere Aufgabe von Bedeutung.

a) Anfangs- und Schlußantrieb.

Der erste und der letzte Versuch eines Versuchstages stehen unter Anfangs- resp. Schlußantrieb. Enthält jeder Versuchstag nur eine Konstellation, so ist die Fehlerquelle ausgeschaltet; enthält umgekehrt jeder Versuchstag sämtliche Konstellationen, so können wenigstens nur der erste und der letzte Wert der betr. Tageskurve deformiert sein, und wenn genügend viel Konstellationen vorhanden sind, so wird man aus den übrigen Werten die allgemeine Form der Kurve meist noch feststellen können. Dagegen gibt die ganz unregelmäßige Verteilung der Konstellationen bei Kemsies zu Bedenken Anlaß.

b) Einfluß des Umstandes, ob die Versuche während des Unterrichts oder während der Freizeit stattfinden.

Der Hintergrund des Bewußtseins wird wesentlich ein anderer sein, je nachdem die Versuche während der Unterrichts- oder während der Erholungszeit stattfinden, und im letzteren Falle wird es wieder einen Unterschied machen, ob nur die Pause verkürzt wird, oder ob der Schüler vor Beginn resp. nach Schluß der Schulzeit in Anspruch genommen wird. Ferner wirkt die Verkürzung einer längeren Pause anders als die einer kurzen und die Beeinträchtigung der Freizeit verschieden, je nachdem der Schüler dadurch vom Spiel, einer Mahlzeit oder der häuslichen Arbeit ferngehalten wird.

Im allgemeinen werden also die Fehlerquellen sich überhaupt verringern, wenn die Versuche nur während der Unterrichtszeit stattfinden; jedenfalls können aber Versuche, die in der Erholungszeit stattfinden, nicht ohne weiteres mit solchen während der Unterrichtszeit verglichen

werden. Es sollte also in keinem methodischen Berichte die genaue Angabe über die Lage der Versuche zum Stundenplane fehlen, wie das bei Bellei, Blazek, Friedrich, Griesbach, Lay, Lobsien, Netschajeff, Sakaki, Teljatnik (für die letzten Konstellationen), Vannod, Wagner der Fall ist.

Bei den meisten Versuchsreihen wird freilich wegen der kurzen Dauer der Reagenzversuche nur ein geringer Fehler zu befürchten sein; indessen bei Bellei und Friedrich scheint es, als ob ein beträchtlicher Fehler dadurch entstanden sei, daß der Versuch am Schulbeginn [1]) während des Unterrichts und die übrigen direkt nach Schluß der Unterrichtsstunde während der anschließenden Erholungszeit stattfanden, bei einer Versuchsdauer von 20′—25′; ähnliches gilt für den Gegensatz zwischen der 1. und 3. Konstellation einerseits und der 2. und 4. Konstellation andererseits bei Teljatnik.

c) Einfluß des Umstandes, ob ein Versuch zu Beginn oder am Ende einer Unterrichtsstunde stattfindet.

Zu Beginn einer Stunde ist der Schüler mit der zu erwartenden Prüfung seiner Kenntnisse innerlich beschäftigt, am Ende der Stunde befaßt nr sich mit dem neu Gelernten oder auch mit seinen persönlichen Erlebnissen während der Stunde oder endlich mit der zu erwartenden Freizeit; das Zusammenraffen der Kräfte am Anfang hat einer gewissen Erschlaffung am Ende Platz gemacht.

Sofern man nur den Anfang und das Ende einer Stunde untereinander vergleichen will, gehört dieser Wechsel zur Differenz der Konstellationen. Man darf aber bei einer Unterrichtskurve die Ausschläge zwischen einer Konstellation der einen Art und einer Konstellation der anderen Art nicht ohne weiteres auf eine Stufe stellen mit den Ausschlägen zwischen zwei Konstellationen, die beide zu Beginn oder beide am Ende einer Stunde liegen, wie dies des öfteren geschehen ist. Kemsies' Versuche liegen sämtlich in der Mitte der Unterrichtsstunden, Lasers Versuche sämtlich am Anfang; bei Dankwarth und Lobsien sind Versuche am Anfang und am Ende jeder Stunde vorhanden. Bei Ritter liegt — mit wenigen Ausnahmen, die ich zur Berechnung der Resultate nicht verwandt habe — der erste Versuch stets am Anfang, der letzte stets am Ende einer Stunde; bei Teljatnik liegt der 1. und 3. Versuch zu Anfang, der 2. und 4. am Ende einer Stunde. Bei Bellei (Diktatschreiben 2 und 3, Kombinieren) liegt der erste Versuch am Anfang, der zweite in der Mitte, der dritte am Ende einer Stunde. In den übrigen Fällen liegt der erste Versuch am Anfang, die folgenden sämtlich am Ende einer Stunde.

1) Bei Bellei (Diktatschreiben 2 und 3, Kombinieren) auch der zweite Versuch.

§ 23. Zusammenstellung der Versuchsreihen mit gleichen oder verwandten Reagenzmethoden.

Stimmen zwei Versuchsreihen hinsichtlich der Methodik der Agentien und der Reagentien völlig oder doch fast völlig überein, so wird man übereinstimmende Resultate erwarten. Bestätigt sich diese Erwartung, so hält man sich im allgemeinen für berechtigt, die methodischen Abweichungen und etwa bei der einen Versuchsreihe vorhandenen Fehlerquellen für belanglos anzusehen. Stimmen die Resultate nicht überein, so ist jedenfalls eine eingehendere Behandlung der Methodik notwendig; ob diese Resultate dann noch verwendbar sind, hängt davon ab, wie weit die Differenz der Resultate mit einer bestimmten Abweichung der Methodik oder Verschiedenheiten der benutzten Versuchspersonen nach Alter, Rasse, Individualität u. s. w. in Zusammenhang zu bringen ist.

Um diese Sätze auch auf die hier einschlägigen Versuchsreihen anwenden zu können, habe ich Tab. 16—19 aufgestellt. Sie enthalten die genaue Beschreibung der Reagenzmethoden und die Resultate derjenigen in § 21 aufgeführten Versuchsreihen, deren Reagenzmethoden als verwandt bezeichnet werden können. Von einer prinzipiellen Erörterung, wann zwei Methoden als verwandt anzusehen seien, kann ich hier absehen, weil die Entscheidung sich in den hier vorliegenden Fällen ohne weiteres ergibt.

Tabelle 19 beweist schlagend die Notwendigkeit der von mir angestrebten eingehenderen Betrachtung der Methodik. Die Resultate zeigen im allgemeinen beträchtliche Abweichungen; und da man in keinem Falle mit Sicherheit sagen kann, wie weit diese durch die Agentien oder Reagentien oder die in § 22 aufgedeckten Fehlerquellen verursacht sind, so sind die zu ziehenden Schlüsse vorläufig auf ein Minimum reduziert, und erst weitere Untersuchungen werden die mannigfachen Abweichungen und scheinbaren Widersprüche erklären können. Natürlich kann man auch jetzt schon durch Berücksichtigung der über die methodischen Abweichungen und die Fehlerquellen anderweitig bekannten Tatsachen den Gründen für die Abweichung der Resultate nachspüren und gelegentlich den einen oder den anderen Punkt klarstellen. Zu einem befriedigenden und einfach zu formulierenden Ergebnis bin ich aber in keinem Falle gelangt; ich teile diese Spekulationen daher garnicht mit.

Bemerkungen zu Tab. 16—18 (Beschreibung der Reagenzmethoden).

1) (Zu den Ästhesiometermethoden, Tab. 16).

Die unter der Überschrift „Verfahren“ gegebenen Bezeichnungen sind in folgender Weise zu verstehen.

a) Beim aufsteigenden Verfahren geht man von einem Werte aus, welcher deutlich unterhalb der Raumschwelle liegt, und vergrößert in kleinen Sprüngen den Spitzenabstand, bis man den Abstand erreicht, bei dem der Eindruck doppelter Berührung entsteht; man nennt diesen Abstand die soeben merkbare Distanz.

b) Beim absteigenden Verfahren geht man von einem Werte aus, welcher deutlich oberhalb der Raumschwelle liegt, und verkleinert in kleinen Sprüngen den Spitzenabstand, bis man den Abstand erreicht, wo der Eindruck einfacher Berührung entsteht; man nennt diesen Abstand die soeben unmerkbare Distanz.

c) Die Grenzmethode besteht darin, daß man das arithmetische Mittel aus der soeben merkbaren und der soeben unmerkbaren Distanz nimmt; dieser Wert ist die Raumschwelle.

d) Beim Verfahren mit „alternierenden Distanzen" (der Ausdruck stammt meines Wissens von Wagner) wendet man das ab- und aufsteigende Verfahren gleichzeitig an, nähert sich also der Raumschwelle in unregelmäßigem Wechsel bald von oben, bald von unten; man kann dabei auf Bestimmung der eben merkbaren Distanz oder der soeben unmerkbaren Distanz ausgehen.

2) (Zu den Ästhesiometermethoden, Tab. 16.)

Blazek sagt S. 317, daß sein drittes Verfahren „auf einer Kombination des auf- und absteigenden Verfahrens" beruhe; darunter kann die Grenzmethode oder auch das Verfahren mit alternierenden Distanzen verstanden werden.

3) (Zu den Arbeitsmethoden Tab. 17 und 18.)

Die Spalte „Indices" enthält nur eine kurze Charakteristik der betreffenden Indices. Einzelheiten, z. B. darüber, wie bei dem Behalten die Verstöße wider die Reihenfolge angerechnet wurden, sind nicht mitgeteilt.

(Tab. 16 folgt auf S. 118.)

Tabelle 17.

Diskontinuierliche Arbeitsmethoden.

	Natur der Aufgabe	Aus der Instruktion	Vorführung der Aufgabe	Fixieren der reproduzierten Vorstellungen	Zahl der Einzelaufgaben	Zeit, welche f. jede Einzelaufgabe gewährt wird	Indices
			A. Diktatschreiben.				
Bellei.	Sätze von durchschnittlich 25 Buchstaben.	Nicht schnell, sondern gut.	V.-L. spricht den Satz vor, ein Schüler wiederholt ihn.	V.-P. schreibt den Satz nieder.	12 Sätze.	Der nächste Satz wird erst diktiert, wenn alle, oder doch fast alle V.-P. fertig sind; dies dauert 1—2′.	1) Fehlerprozente 2) Prozentsatz an Korrekturen.
Friedrich.	„		V.-L. spricht den Satz vor, zwei Schüler wiederholen ihn.	„	„	Für diktieren und nachschreiben 2,5′.	„
			B. Behalten.				
Ebbinghaus.	Reihen aus 6—10 einsilbigen Zahlen.	In der richtigen Reihenfolge reproduzieren.	V.-L. spricht vor; Tempo: ½″ pro Zahl; Rhythmus: Gruppen zu je 3 Zahlen.	V.-P. schreibt die behaltenen Zahlen nieder.	10 Reihen, je 2 zu 6, 7, 8, 9, 10 Zahlen.	25—30″	Zahl der Fehler mit Berücksichtigung der Verstöße wider die Reihenfolge.
Netschajeff.	Reihen aus 12 zweistelligen Zahlen.	In der bequemsten Reihenfolge reproduzieren.	V.-L. spricht vor; Tempo: 5″ pro Zahl; Rhythmus: Angabe fehlt.	„	Eine Reihe.	Angabe fehlt.	Zahl der richtig reproduziert. Zahlen ohne Berücksichtigung der Reihenfolge (v. den übrigen Indices sehe ich hier ab).
Ritter.	Reihen aus 4—7 zwei-, drei- od. viersilbigen Wörtern.	In der richtigen Reihenfolge reproduzieren.	V.-L. spricht den Satz vor; Tempo: Angabe fehlt; Rhythmus „stellt sich ungesucht von selbst her.“	V.-P. schreibt die behaltenen Wörter nieder.	Zwei od. drei Reihen.	Angabe fehlt.	Zahl der Fehler mit Berücksichtigung der Verstöße wider die Reihenfolge.

Fortsetzung auf S. 115.

Tabelle 17 (Fortsetzung).

	Natur der Aufgabe	Aus der Instruktion	Vorführung der Aufgabe	Fixieren der reproduzierten Vorstellungen	Zahl der Einzelaufgaben	Zeit, welche f. jede Einzelaufgabe gewährt wird	Indices.
Teljatnik.	Reihen aus 2 ein- resp. zweisilbigen Wörtern oder ein- resp. zweistelligen Zahlen.		V.-L. spricht vor oder schreibt an die Wandtafel.	V.-P. schreibt die behaltenen Reihenglieder nieder.	3 Wörterreihen und 2 Zahlenreihen	Angabe fehlt.	Prozentsatz d. richtigen Reproduktionen ohne Rücksicht auf die Reihenfolge.
			C. Diskontinuierliches Rechnen.				
Kemsies.	Addieren und Subtrahieren zweier zweistelligen Zahlen, Mult. einer dreistelligen Zahl mit einer einstelligen.	„Im Kopfe" rechnen.	V.-L. spricht vor. Die Schüler wiederholen zweimal im Chor.	V.-P. schreibt das Resultat nieder.	12 Aufgaben, von jed. Art 4.	60"	Fehlerprozente.
Teljatnik.	Addieren und Subtrahieren zweier zweistelligen Zahlen.	„Im Kopfe" rechnen.	V.-L. schreibt an die Tafel.	„	2 Additionen und 2 Subtraktionen.	Angabe fehlt.	Prozentsatz der richtigen Lösungen.

Tabelle 18.

Kontinuierliche Arbeitsmethoden.

	Natur der Aufgaben	Aus der Instruktion	Vorführung der Aufgaben	Fixieren der reproduzierten Vorstellungen	Umfang der vorgelegten Aufgabe	Gewährte Zeit	Indices
			A. Kombinieren.				
Bellei	Rekonstruieren eines durch Lücken entstellten Textes, nachdem der Inhalt bekannt gegeben ist.		Gedruckte Zettel	V.-P. füllt die Lücken im Texte aus.	Angabe fehlt.	10′.	1) Menge der ausgefüllten Lücken. 2) Fehlerprozente.
Ebbinghaus	Wie bei Bellei, doch ohne vorherige Angabe des Inhalts.		″	″	″	5′.	″
			B. Kontinuierliches Rechnen.				
Dankwarth.	Addieren und Subtrahieren zweier zweistelligen Zahlen.		Gedruckte Zettel.	V.-P. schreibt das Resultat auf besondere Rechenzettel.	Angabe fehlt.	5′ rsp. 3′.	1) Menge der gerechneten Aufg. 2) Prozentsatz der richtig gerechn.
Ebbinghaus.	Addieren zweier 20-stelligen Zahlen u. Multiplizieren einer 20-stelligen Zahl mit einer einstelligen.		″	V.-P. schreibt das Resultat unter die Aufgabe.	Genaue Angaben fehlen; die schnellsten Rechner erledigen alle Aufgaben vor Ablauf der 10′.	10′.	1) Menge der gerechneten Aufg. 2) Fehlerprozente.
Friedrich.	″		″	″	10 Aufgaben, von jeder Art 5; die meisten V.-P. erledigen alle Aufgaben vor Ablauf der 20′.	20′.	1) Menge der gerechneten Aufg. 2) Fehlerprozente. 3) Prozentsatz an Korrekturen.
Laser.	″		″	″	Angabe fehlt.	10′.	″

Fortsetzung auf S. 117.

Tabelle 18 (Fortsetzung).

	Natur der Aufgaben	Aus der Instruktion	Vorführung der Aufgaben	Fixieren der reproduzierten Vorstellungen	Umfang der vorgelegten Aufgabe	Gewährte Zeit	Indices
Rivers und Kraeplin.	Addieren zweier einstelligen Zahlen (zifferweises Add.)		Kraepelins Rechenhefte.	V.-P. schreibt die Resultate (vermutlich nur die Einer) neben die Aufgabe.	Nicht begrenzt.	30′.	Menge der gerechneten Aufgaben.
Römer.	Addieren langer Reihen von einstelligen Zahlen unter Vernachlässigung der Hunderter. (Fortschreitendes Addieren, vgl. diese Arbeit S. 27.)		″	Ein Aufschreiben findet nicht statt.	″	″	″
Des Verf. Methode c.	Addieren zweier einstelligen Zahlen (zifferweises Addieren).	So schnell als möglich und richtig.	″	V.-P. schreibt die Einerzahlen der Resultate neben die Aufgabe.	350 Aufgaben.	Nicht begrenzt.	Die gebrauchte Zeit.
Die übrigen Methoden des Verfassers.	″	″	″	V.-P. schreibt das Resultat resp. die Einerzahl des Resultats neben die Aufgabe.	Nicht begrenzt.	5′ resp. 6′.	Menge der gerechneten Aufgaben.

Tabelle 16.

Ästhesiometer-Methoden.

	Untersuchte Hautstellen	Natur des Instruments	Beschaffenheit der Spitzen	Verfahren	Indices
Blazek.	Angabe fehlt, vermutlich am Unterarm.	„Federästhesiometer“ mit mechanischer Vorrichtung z. gleichzeitigen Aufsetzen beider Spitzen unter gleichmäßig. Druck.	Angabe fehlt.	1) Aufsteigendes, 2) Absteigendes Verfahren, 3)Grenzmethode oder Verfahren mit alternierenden Distanzen? s. Anm. 2	1) Soeben merkbare Distanz. 2) Soeben unmerkbare Distanz. 3) Raumschwelle? s. Anm. 2.
Griesbach.	Glabella, Nasenspitze, Unterlippenrot, Jochbein, rechter Daumenballen u. rechte Zeigefingerkuppe.	„Handästhesiometer“	Stumpfe resp. scharfe eiserne Spitzen.	Verfahren mit alternierenden Distanzen.	Soeben unmerkbare Distanz.
Sakaki.	Jochbein oben.	„Handästhesiometer“	Stumpfe Hornspitzen.	Grenzmethode	Raumschwelle.
Vannod.	Stirn, Nasenspitze, Lippenrot, Wangenmitte, Daumenkuppe, Zeigefingerkuppe.	„Webers Ästhesiometer“	Angabe fehlt.	Verfahren mit alternierenden Distanzen.	Soeben unmerkbare Distanz.
Wagner.	Jochbein, vorn resp. hinten.	„Ästhesiometer nach Eulenburg“	Stumpfe Spitzen.	Verfahren mit alternierenden Distanzen.	Soeben unmerkbare Distanz.

Tabelle 19.

I. Unterrichtskurven.

a) Ästhesiometer. Spitzenabstand.

Blazek	100	139,0	132,0	126,5	125,0	
Griesbach (Jochbein)	100	150,0	174,0	189,0	187,0	194,0
Sakaki	100	105,0	109,0	111,0	114,0	
Vannod (Wange)	100		131,0		150,0	
Wagner (Quarta und Untertertia)	100	137,0	136,0	138,0	140,0	142,0

b) Diktatschreiben.

1. Fehlerprozente.

Bellei 1	100	78,0	78,3	81,0		
Bellei 2	100		114,0	115,5		
Bellei 3	100		108,5	147,0		
Friedrich	100	175,0	312,0	289,0		

2. Prozentsatz der Korrekturen.

Bellei 1	100	132,0	123,0	93,4		
Bellei 2	100		62,0	91,5		
Bellei 3	100		47,7	35,8		
Friedrich	100	85,7	135,0	114,0		

c) Behalten. Zahl der richtigen Reproduktionen.

Ebbinghaus	100				139,0	
Netschajeff	100	106,0	93,7	93,0	83,4	86,1
Ritter	100		83,9			
Teljatnik	100		94,2	92,3		92,0

d) Diskontinuierliches Rechnen. Fehlerprozente.

Kemsies	100	119,0	111,5	113,0	129,0	
Teljatnik	100		94,0	77,0		86,5

e) Kombinieren.

1. Menge der ausgefüllten Lücken.

Bellei 1	100	95,1	96,0		
Bellei 2	100	122,0	99,2		
Ebbinghaus	100	95,0	90,6	95,1	94,0

2. Fehlerprozente.

Bellei 1	100	94,5	94,0		
Bellei 2	100	50,9	57,0		
Ebbinghaus	100	137,5	189,5	179,0	184,0

(Fortsetzung auf S. 120.)

Tab. 19. Fortsetzung.

I. Kontinuierliches Rechnen.

1. Menge der gerechneten Aufgaben.

Dankwarth (Versuche vor der Pause)[1]	100	103,5	106,0	99,0	110,5	103,5	
Dankwarth (Versuche nach der Pause)[1]	100	106,0	101,0	97,5	108,0		
Ebbinghaus	100	135,5	146,5	148,0	139,0	141,5	
Friedrich	100	118,0	113,0	114,0			
Laser	100	117,0	124,0	126,0	131,0		
Des Verfassers V. P. D.	100	104,5	106,0	106,5	103,0	102,0	101
Des Verfassers V. P. Ba.	100	111,5	113,5	114,0	121,0		

2. Fehlerprozente.

Dankwarth (Versuche vor der Pause)	100	128,0	164,0	136,0	123,0	126,0
Dankwarth (Versuche nach der Pause)	100	112,5	117,0	130,5	105,5	
Ebbinghaus	100	136,0	145,0	163,5	172,5	172,5
Friedrich	100	146,0	174,0	173,0		
Laser	100	107,5	122,0	126,0	114,0	

3. Prozentsatz der Korrekturen.

Friedrich	100	113,0	134,5	130,0	
Laser	100	118,5	130,0	139,5	142,0

II. Ruhekurven.

Kontinuierliches Rechnen. Menge der gerechneten Aufgaben.

Rivers und Kraepelin I[2]	100	109,3	99,4	103,9		
Rivers und Kraepelin II[2]	100	105,7		106,4	106,4	
Romer[2]	100	102,2	95,1	101,7		
Des Verfassers Reihen 3 und 5	100	100,7	100,7	101,3	102,0	101,9
Des Verfassers Reihe 4	100	105,7	102,5	104,0	104,3	

Bemerkungen zu Tabelle 19.

(Resultate.)

1. Sämtliche Kurven sind auf den Anfangswert 100 umgerechnet; in der Mehrzahl der Fälle ist dies durch den Verfasser geschehen und zwar mit dem Rechenstabe; die Zahlen sind dann also mit der bei diesem Instrument unvermeidlichen Ungenauigkeit behaftet.

[illegible]

[illegible]

2. Um die Vergleichung zu erleichtern, wurden für Dankwarth und Teljatnik (Rechnen) aus den angegebenen Prozentsätzen der richtigen Lösungen die Fehlerprozente — durch Subtraktion von 100 — berechnet.

3. Zu dem gleichen Zwecke wurden für Ebbinghaus (Behalten) und Ritter (Behalten) die reziproken Werte der Fehlerzahlen berechnet; eine Feststellung der Zahl der richtigen Reproduktionen war nicht möglich.

4. Bei den diskontinuierlichen Arbeitsmethoden wurde in jeder Konstellation die gleiche Menge von Aufgaben bearbeitet; und da die Kurven sämtlich in Prozente des Anfangswertes umgerechnet sind, so ist es belanglos, ob im Originalbericht die Anzahl oder der Prozentsatz der Fehler angegeben ist.

5. Die Zahlen, welche zu einer Kurve gehören, sind im allgemeinen in Intervallen von je einer Stunde gewonnen; in den Ausnahmefällen ist die Zeitlage der Versuche durch die Abstände der Zahlen in den Tabellen angedeutet.

6. Bei den kontinuierlichen Rechenmethoden sind sowohl für die Ruhe- wie für die Unterrichtskurven einige von den Resultaten des Verfassers mitgeteilt.

§ 24. Abschluß der Kritik.

Es ist mir natürlich nicht möglich, für jede einzelne Versuchsreihe die Fehlergrenzen ihrer Ausschläge zu suchen und ihre Abweichungen von anderen zu erklären. Ich muß mich daher auf folgende Feststellungen beschränken.

Die meisten der in § 21 aufgeführten Versuchsreihen sind mit so erheblichen methodischen Unvollkommenheiten behaftet und stehen auch unter einander so häufig in Widerspruch, daß aus ihren Resultaten noch keinerlei Schlüsse zu ziehen sind; es wird weiterer Forschungen bedürfen, ehe man über die verschiedenen Fehlerquellen ein Urteil gewinnen und es erklären kann, wie unter scheinbar nahe übereinstimmenden Bedingungen so häufig verschiedene Resultate erzielt werden konnten. Natürlich bestehen in dieser Beziehung gewaltige Unterschiede zwischen den Versuchsreihen. In einigen Fällen, z. B. bei Ritter, sind die methodischen Mängel so zahlreich und es ist in der gesamten Ausführung der Versuche eine gewisse Sorglosigkeit so augenfällig vorhanden, daß man den Versuchen schlechtweg jeden Wert absprechen muß; in anderen Fällen, z. B. bei Kemsies, besitzen die Versuche zweifellos Bedeutung, und es besteht eine Wahrscheinlichkeit dafür, daß die von den betr. Experimentatoren unberücksichtigt gebliebenen Fehlerquellen sich als

Tab. 19. Fortsetzung.

f. Kontinuierliches Rechnen.

1. Menge der gerechneten Aufgaben.

Dankwarth (Versuche vor der Pause) [1]	100	103,5	106,0	99,0	110,5	103,5	
Dankwarth (Versuche nach der) Pause) [1]	100	106,0	101,0	97,5	108,0		
Ebbinghaus	100	135,5	146,5	148,0	139,0	141,5	
Friedrich	100	113,0	113,0	114,0			
Laser	100	117,0	124,0	126,0	131,0		
Des Verfassers V.-P. D.	100	104,5	106,0	106,5	103,0	102,0	101,5
Des Verfassers V.-P. Ba.	100	111,5	113,5	114,0	121,0		

2. Fehlerprozente.

Dankwarth (Versuche vor der Pause)	100	128,0	164,0	136,0	123,0	126,0
Dankwarth (Versuche nach der Pause)	100	112,5	117,0	130,5	105,5	
Ebbinghaus	100	136,0	145,0	163,5	172,5	172,5
Friedrich	100	146,0	174,0	173,0		
Laser	100	107,5	122,0	126,0	114,0	

3. Prozentsatz der Korrekturen.

Friedrich	100	113,0	134,5	130,0	
Laser	100	118,5	130,0	139,5	142,0

II. Ruhekurven.

Kontinuierliches Rechnen. Menge der gerechneten Aufgaben.

Rivers und Kraepelin I [2]	100	109,3	99,4	103,9		
Rivers und Kraepelin II [2]	100	105,7		106,4	106,4	
Römer [2]	100	102,2	95,1	101,7		
Des Verfassers Reihen 3 und 5	100	100,7	100,7	101,3	102,0	101,9
Des Verfassers Reihe 4	100	105,7	102,5	104,0	104,3	

Bemerkungen zu Tabelle 19.

(Resultate.)

1. Sämtliche Kurven sind auf den Anfangswert 100 umgerechnet; in der Mehrzahl der Fälle ist dies durch den Verfasser geschehen und zwar mit dem Rechenstabe; die Zahlen sind dann also mit der bei diesem Instrument unvermeidlichen Ungenauigkeit behaftet.

---

1) Als Anfangsglied dient für die Kurve der Versuche vor der Pause sowie für die Kurve der Versuche nach der Pause derselbe zu Beginn des Unterrichts stattfindende Versuch.

2) Es ist die Leistung in den ersten 5′ angegeben; vgl. S. 95 und 96.

2. Um die Vergleichung zu erleichtern, wurden für Dankwarth und Teljatnik (Rechnen) aus den angegebenen Prozentsätzen der richtigen Lösungen die Fehlerprozente — durch Subtraktion von 100 — berechnet.

3. Zu dem gleichen Zwecke wurden für Ebbinghaus (Behalten) und Ritter (Behalten) die reziproken Werte der Fehlerzahlen berechnet; eine Feststellung der Zahl der richtigen Reproduktionen war nicht möglich.

4. Bei den diskontinuierlichen Arbeitsmethoden wurde in jeder Konstellation die gleiche Menge von Aufgaben bearbeitet; und da die Kurven sämtlich in Prozente des Anfangswertes umgerechnet sind, so ist es belanglos, ob im Originalbericht die Anzahl oder der Prozentsatz der Fehler angegeben ist.

5. Die Zahlen, welche zu einer Kurve gehören, sind im allgemeinen in Intervallen von je einer Stunde gewonnen; in den Ausnahmefällen ist die Zeitlage der Versuche durch die Abstände der Zahlen in den Tabellen angedeutet.

6. Bei den kontinuierlichen Rechenmethoden sind sowohl für die Ruhe- wie für die Unterrichtskurven einige von den Resultaten des Verfassers mitgeteilt.

§ 24. Abschluß der Kritik.

Es ist mir natürlich nicht möglich, für jede einzelne Versuchsreihe die Fehlergrenzen ihrer Ausschläge zu suchen und ihre Abweichungen von anderen zu erklären. Ich muß mich daher auf folgende Feststellungen beschränken.

Die meisten der in § 21 aufgeführten Versuchsreihen sind mit so erheblichen methodischen Unvollkommenheiten behaftet und stehen auch unter einander so häufig in Widerspruch, daß aus ihren Resultaten noch keinerlei Schlüsse zu ziehen sind; es wird weiterer Forschungen bedürfen, ehe man über die verschiedenen Fehlerquellen ein Urteil gewinnen und es erklären kann, wie unter scheinbar nahe übereinstimmenden Bedingungen so häufig verschiedene Resultate erzielt werden konnten. Natürlich bestehen in dieser Beziehung gewaltige Unterschiede zwischen den Versuchsreihen. In einigen Fällen, z. B. bei Ritter, sind die methodischen Mängel so zahlreich und es ist in der gesamten Ausführung der Versuche eine gewisse Sorglosigkeit so augenfällig vorhanden, daß man den Versuchen schlechtweg jeden Wert absprechen muß; in anderen Fällen, z. B. bei Kemsies, besitzen die Versuche zweifellos Bedeutung, und es besteht eine Wahrscheinlichkeit dafür, daß die von den betr. Experimentatoren unberücksichtigt gebliebenen Fehlerquellen sich als

geringfügig erweisen und die scheinbaren Widersprüche mit anderweiten Resultaten sich aufklären werden.

Nur bei einer kleinen Minderheit von Versuchsreihen wird man die Resultate als wirklich zuverlässig betrachten können; als solche bezeichne ich: Lay, Lobsien (Lesen), Rivers und Kraepelin[1]), Römer[1]). Freilich sind auch diese Versuche nicht absolut einwandfrei, und eine Bestätigung und Präzisierung ihrer Resultate wäre erwünscht; insbesondere handelt es sich um folgende Fehlerquellen, welche auch hier noch nicht genügend ausgeschaltet sind: die äußeren Umstände des Reagenzversuchs (S. 101), Anfangs- und Schlußantrieb (S. 110) und vor allem die Nachwirkung der Reagenzversuche, welche bei Lay als motorische Einstellung (S. 108) bei den übrigen als Übung (S. 107) auftritt oder doch auftreten könnte. Man wird indessen bei Berücksichtigung aller einschlägigen Umstände zu der Ansicht gelangen, daß bei den vier in Rede stehenden Versuchsreihen die Gestalt der Kurven in ihren Hauptzügen nicht durch diese Fehlerquellen bedingt ist, mögen auch die einzelnen Werte gelegentlich stark beeinflußt sein.

In den §§ 21—23 sind einige neuere Versuche von Lobsien nicht berücksichtigt, über die ich hier kurz berichten will. Ich teile zunächst nach den Prinzipien des § 21 die wichtigsten Tatsachen mit:

Lobsien (Taktklopfen 1)[2]). Konstellationen: 8^h 15 A, 10^h E, 10^h 15 A, 11^h E. 11^h 10 A, 12^h E. |V.-T.: 6 V.-T., die mit nur einer Unterbrechung von einem Tag unmittelbar aufeinander folgen; 2 V.-T. enthalten sämtliche Konstellationen, die vier übrigen nur die Konstellationen bis 11^h; an jedem Einzelversuch nehmen sämtliche V.-P. teil. |Reagens: Taktklopfen, und zwar: a) mit „optimaler" Geschwindigkeit, d. h. die V.-P. werden wie bei Lay (S. 94) dahin instruiert, das bequemste Tempo zu wählen; auf die Details der Ausführung, die von der Layschen etwas abweicht, gehe ich nicht ein; b) mit „maximaler" Geschwindigkeit, d. h. die V.-P. haben so schnell als möglich zu klopfen. Bei jedem Versuch wird zuerst b) und dann a) ausgeführt. |Versuchsdauer: $1/2'$ für b), 1′ Pause, $1/2'$ für a). |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: 54 Knaben, d. i. eine Volksschulklasse, 12jährig; in Kiel. |Resultate (von mir berechnet aus den durchschnittlichen Klassenleistungen bei jedem Einzelversuch; Lobsiens unter „Gesamt" gegebene Kurven enthalten Rechenfehler): Zeit für einen Taktschlag in $\frac{\text{sec}}{100}$; a) optimale Geschwindigkeit; 1) die beiden V.-T. mit sämtlichen Konstellationen: 34,5, 33,0, 35,0, 34,5. 40,5, 36,5; 2) die 4 V.-T. mit den Konstellationen bis 11^h: 39,5, 34,7, 39,0, 40,5; b) maximale Geschwindigkeit; 1) die beiden V.-T. mit sämtlichen Konstellationen: 21,0, 18,5 17,5, 21,5, 22,5, 18,0; 2) die 4 V.-T. mit den Konstellationen bis 11^h: 19,5, 20,5, 20,5, 19,7.

---

1) Daß die Versuchsreihen von Rivers und Kraepelin sowie von Römer nur mit Vorbehalt als „Ruhe"-Versuche zu bezeichnen sind (S. 101), sei hier noch einmal erwähnt, ändert aber natürlich nichts an der Zuverlässigkeit der erzielten Kurven.

2) Über Schwankungen psychischer Energie im Optimum und Maximum. Päd.-psychol. Studien 3. 5. u. 10. 1904.

Lobsien (Taktklopfen)[1]). Konstellationen und V.-T. wie oben. |Reagens: Taktklopfen mit optimaler Geschwindigkeit, Ausführung vermutlich wie oben. |Versuchsdauer: ½'. |Versuchsraum: Klassenzimmer. |V.-P.: „50 Schüler" (jedenfalls eine Volksschulklasse); in Kiel. |Resultate (von mir berechnet wie oben): Zeit für einen Taktschlag in $\frac{\text{sec}}{100}$; 1) die beiden V.-T. mit sämtlichen Konstellationen: 34,5, 33,0, 35,0, 34,5, 40,0, 40,0; 2) die 4 V.-T. mit den Konstellationen bis 11^h: 36,2, 34,2, 39,5, 36,0.

Wendet man die kritischen Gesichtspunkte des § 22 auf diese Versuche an, so gelangt man zu folgenden Resultaten.

Die für die maximalen Geschwindigkeiten mitgeteilten Kurven stimmen unter einander wenig überein; die zufälligen Schwankungen sind hier wahrscheinlich nicht genügend ausgeglichen. Ferner steht die maximale Geschwindigkeit unter Übungseinflüssen, wovon ich mich durch Berechnung der durchschnittlichen Leistungen für die einzelnen Versuchstage überzeugt habe; und da die Kurven jedenfalls keine entschiedene Bewegung entgegen der Übungswirkung zeigen, so kann man hinsichtlich des zu untersuchenden Agens kaum Schlüsse ziehen. Dieser Teil der Lobsienschen Resultate ist also mit Vorsicht aufzunehmen.

Die Kurven für die optimale Geschwindigkeit unterliegen zunächst denselben Fehlereinflüssen, welche oben (S. 122) für Lay zusammengestellt worden sind, und die auch hier höchstwahrscheinlich die wesentliche Gestalt der Kurven unberührt gelassen haben. Eine weitere Fehlermöglichkeit, daß nämlich bei Reihe 1 die Versuche mit maximaler Geschwindigkeit einen störenden Einfluß auf die in einem Abstand von 10' bis 2 Stunden ihnen folgenden Versuche mit optimaler Geschwindigkeit ausgeübt haben könnten, wird durch die hohe Übereinstimmung als belanglos erwiesen, die sich zwischen den in Reihe 1 und 2 erzielten Kurven zeigt, wenn man die Konstellationen 10^h 15 und 11^h 10, welche am Ende der Pausen liegen und dadurch eine Sonderstellung einnehmen, von den übrigen absondert. Vollzieht man diese Absonderung, so zeigen die Kurven durchweg zunächst ein Steigen der Geschwindigkeit von 8^h bis 10^h und dann ein Sinken bis 12^h. Dieses Resultat würde mit dem Layschen recht wohl vereinbar sein. Man wird diesen Teil der Lobsienschen Resultate auf eine Stufe mit den oben als zuverlässig bezeichneten Kurven (Lay, Lobsien [Lesen] u. s. w.) stellen können.

Nachtrag zu den Literaturlisten des § 20.

Die meisten der im folgenden aufgeführten Arbeiten sind mir erst in neuerer Zeit bekannt, resp. zugänglich geworden. Nichtexperimentelle Arbeiten sind durch einen vorgesetzten Stern (*) bezeichnet.

Adsersen, Eine ästhesiometrische Untersuchung. Zeitsch. f. Schulgesundheitspfl. 17. 540. 1904.

*Baur, Die Grenzen der Ermüdung und Überbürdung. Päd.-psych. Studien. 5. 17.

Binet, Recherches sur la fatigue intellectuelle scolaire et la mesure qui peut en être faite au moyen de l'esthésiomètre. Ann. Psychol. 11. 1. 1905.

1) Über das Optimum bei der Methode des Fingertupfens. Päd.-psychol. Studien 6. 1. 1905.

*Brahn, Über exakte Erforschung der Überbürdung. Päd.-psych. Studien 3. 49. 1902.

*Chabot, Les nouvelles recherches esthésiométriques sur la fatigue intellectuelle. Rev. pédag. N. S. 46. 201. 1905.

Féré, Travail et plaisir. Paris, Alcan. 1904.

Griesbach, Weitere Untersuchungen über Beziehungen zwischen geistiger Arbeit und Hautsensibilität. Internat. Arch. für Schulhygiene. 1. 317. 1905.

Keller, Exp. Untersuchungen über die Ermüdung von Schülern durch geistige Arbeit. Zeitschr. f. Schulgesundheitspflege 10. 335, 404. 1897.

*Kraepelin, Die Arbeitskurve. Phil. Stud. 19. 459. 1902.

*— Über geistige Arbeit. Jena 1897.

Ley, L'arriération mentale. Bruxelles 1904. S. 197–209.

Mc Dougall, On a new method for the study of concurrent mental operations and of fatigue. Brit. Journ. of Psychol. 1. 435. 1905.

Meunier, Note sur la mesure de la sensibilité tactile dans ses rapports avec le travail intellectuel. Rev. de Psychiatrie. 3. ser. 7. ann. t. 14. p. 389. 1904.

Obici, Influenza del lavoro intellectuale prolungato e della fatica mentale sulla respirazione. Riv. sper. de freniatria 27. 1026; 28. 349; 29. 689. 1901—1903.

Schuyten, Comment doit on mesurer la fatigue des écoliers? Arch. de Psychol. 4. 113. 1905.

— Onderzoekingen over esthesiometrische variatie bij kinderen gedurende het schooljaar. Paedologish Jaarboek 6. 1. 1906.

*Seashore, The exp. study of mental fatigue. Psych. Bulletin. 1. 97. 1904.

Squire, Fatigue: Suggestions for a new method of investigation. Psych. Rev. 10. 248. 1903.

Vannod, s. Verhandlungen des Kongresses für Schulhygiene in Nürnberg 1904.

*Vaschide et Piéron, Influence du travail intellectuel sur la température du corps. Gazette des Hôpitaux. 75. ann. No. 94. 1902.

Widowitz, Über die geistige Ermüdung kleiner Schulkinder. Wiener klinische Wochenschrift 17. 277, 306. 1904.

370.6 .P126 v.3
Experimentelle und kritische B
Stanford University Libraries
3 6105 042 723 572